COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MARS 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination des masses de Mercure, de Vénus, de la Terre et de la parallaxe solaire;* par M. F. **Tisserand.**

« Dans le Tome LXXV des *Comptes rendus* (p. 165), Le Verrier a groupé les relations que les théories de Vénus, de la Terre et de Mars lui avaient fournies entre les corrections des trois masses; il en a conclu, en particulier, la masse de la Terre, m'', et ensuite la parallaxe, par la formule

$$(1) \qquad \pi = 608'',79\sqrt[3]{m''}.$$

» Je me propose d'examiner le degré de précision auquel on peut ainsi atteindre et de voir quelle est l'influence des erreurs des observations sur le résultat.

» Soient m, m', m'', m^{IV} les masses de Mercure, de Vénus, de la Terre et de Jupiter. Le Verrier a posé

$$(2) \qquad \begin{cases} m = 0,000000333(1+\nu), \\ m' = 0,000002489(1+\nu'), \\ m'' = 0,000002817(1+\nu''), \\ m^{\text{IV}} = 0,000952381(1+\nu^{\text{IV}}), \end{cases}$$

et il a obtenu, entre les corrections ν, ν', ν'' et ν^{IV}, les équations suivantes :

$$(a)\qquad 14'',3\ \nu + 25'',5\ \nu' + 27'',7\ \nu'' + 1'',7 = 0,$$
$$(b)\qquad 7'',8\ \nu + 9'',2\ \nu' + 15'',3\ \nu'' + 3'',7 = 0,$$
$$(c)\qquad -0'',53\nu + 24'',6\ \nu' + 32'',8\ \nu'' - 1'',86 = 0,$$
$$(d)\qquad -1'',24\nu + 40'',4\ \nu' + 54'',0\ \nu'' - 3'',28 = 0,$$
$$(f)\qquad +0'',53\nu + 28'',88\nu' + 0'',83\nu'' + 1'',81 = 0.$$

» Les quatre premières de ces équations sont extraites des *Annales de l'Observatoire*, Tome VI, théorie de Vénus, et la cinquième du Tome IV, théorie du Soleil.

» L'équation (a) provient des observations méridiennes de Vénus, faites par Bradley, de 1751 à 1761; l'équation (b), des observations méridiennes de Vénus, faites de 1766 à 1830.

» L'équation (c) a été fournie par la discussion des latitudes de Vénus, obtenues dans les passages de 1761 et 1769; l'équation (d), par la discussion des latitudes de Vénus déduites des observations méridiennes de 1756 à 1830. Ces équations (c) et (d) ne doivent pas contenir ν' et ν'' comme deux inconnues distinctes, mais la même fonction linéaire de ces deux inconnues; on voit, en effet, que, si l'on multiplie l'équation (d) par 0,6, on trouve

$$-0'',74\nu + 24'',2\nu' + 32'',4\nu'' - 1'',97 = 0;$$

c'est à fort peu près l'équation (c). Cela montre qu'on peut compter sur l'exactitude des termes constants 1'',86 et 3'',28 des équations (c) et (d).

» L'équation (f) est déduite des déterminations de l'obliquité de l'écliptique, faites par Bradley et Maskelyne, comparées avec les déterminations modernes. Le Verrier dit à ce sujet (t. VI, page 95) : « Le dernier » terme 1'',81 de cette équation est sujet à toute l'incertitude qui peut » subsister dans la détermination de l'obliquité de l'écliptique au temps » de Bradley, et, quel que soit le soin qui ait été donné sous ce rapport » aux observations et à leur réduction, on ne saurait répondre d'une » *seconde* d'erreur, ou même plus. »

» Dans le Mémoire cité plus haut (*Comptes rendus*, t. LXXV), on trouve, comme équation unique résultant des observations méridiennes de Vénus de 1751 à 1761 et de 1766 à 1830, la condition suivante :

$$18'',2\nu + 30'',1\nu' + 35'',35\nu'' + 3'',55 = 0.$$

» On s'assurera aisément que cette équation a été obtenue en formant

$(a)+\frac{(b)}{2}$; on vérifiera aussi facilement que l'équation (B) du même Mémoire a été obtenue en multipliant l'équation (d) par $\frac{2,00}{3,28}$, de manière à réduire le terme tout connu à $2'',00$.

» Arrivons à la discussion de nos cinq équations : l'examen des coefficients des inconnues, dans ces équations, montre que ν sera donné par les deux premières, ν' par la dernière, et, enfin, ν'' par la troisième et la quatrième.

» Si l'on tire ν de (a) pour le reporter dans (b), on trouve

$$-4'',7\nu'+0'',2\nu''+2'',8=0.$$

Cette équation est sensiblement indépendante de ν'', et elle donnerait une valeur de ν' qui serait en contradiction absolue avec la valeur tirée de (f); cela montre que le terme $+1'',7$ de l'équation (a) est affecté d'une erreur assez forte, ou bien le terme $+3'',7$ de l'équation (b). Dès lors, nous allons donner deux solutions du système : dans la première, on laissera de côté l'équation (a); dans la seconde, l'équation (b). Dans le second membre de (f), nous remplacerons o par ε; ε sera l'erreur provenant de la différence entre l'obliquité de l'écliptique, déterminée par Bradley, et celle déterminée par les observations modernes.

» *Première solution.* — On tire ν de (b), ν' de (f), et l'on reporte dans (c) et (d); on trouve ainsi

$$(3)\qquad \begin{cases} \nu=-0,58+0,01\ \varepsilon, \\ \nu'=-0,055+0,035\varepsilon, \\ \nu''=+0,089-0,026\varepsilon. \end{cases}$$

[Quand on a eu éliminé ν, à l'aide de (b), on a trouvé, au moyen de (c) et (d), les deux équations suivantes :

$$+25'',2\nu'+33'',8\nu''-1'',62=0,$$
$$+41'',9\nu'+56'',4\nu''-2'',70=0;$$

or, en multipliant la seconde par 0,6, on trouve exactement la première; on n'a donc gardé que la seconde.]

» En portant les valeurs (3) dans (2) et (1), on trouve ensuite

$$4\qquad \begin{cases} m''=0,0000003068\left(1-\frac{1}{40}\varepsilon\right), \\ \pi=8'',85\left(1-\frac{\varepsilon}{120}\right). \end{cases}$$

Si l'on suppose $\varepsilon = \pm 1$ ($\pm 1''$, car ε est supposé exprimé en secondes), on voit qu'il en résultera, sur la parallaxe solaire, une erreur de sa cent-vingtième partie, soit $\pm 0'',07$; d'après ce qui a été dit plus haut, la supposition de $\varepsilon = \pm 1''$ n'a rien d'exagéré; la valeur $\pi = 8'',85$, obtenue en faisant $\varepsilon = 0$, peut donc parfaitement être en erreur de $\pm 0'',07$, ou même un peu plus.

» *Seconde solution.* — Nous tirons ν de (a); nous le reportons dans (c) et (d), qui donnent respectivement

$$(5) \qquad +25'',5\nu' + 33'',8\nu'' - 1'',80 = 0,$$

$$(6) \qquad +42'',6\nu' + 56'',4\nu'' - 3'',13 = 0.$$

» En multipliant (6) par 0,6, on trouve

$$(7) \qquad +25'',6\nu' + 33'',8\nu'' - 1'',88 = 0.$$

Cette équation diffère très peu de (5); on a pris la moyenne de (5) et (7) et on l'a combinée avec l'équation (f); on a obtenu ainsi

$$(8) \qquad \begin{cases} \nu = -0,21 - 0,01\,\varepsilon, \\ \nu' = -0,062 + 0,037\varepsilon, \\ \nu'' = +0,101 - 0,027\varepsilon. \end{cases}$$

On aura ensuite

$$m'' = 0,000003102\left(1 - \frac{1}{40}\varepsilon\right),$$

$$\pi = 8'',88\left(1 - \frac{\varepsilon}{120}\right).$$

» La valeur de la parallaxe est, dans cette seconde solution, supérieure de $0'',03$ à celle fournie par la première. En admettant de même que ε soit compris entre $-1''$ et $+1''$, elle pourra différer de $8'',88$ de $0'',07$ en plus ou en moins.

» *Comparaison des deux solutions.* — Il s'agit maintenant de voir s'il y a des raisons de préférer l'une des solutions à l'autre; cela présente quelque intérêt au point de vue de la parallaxe, mais surtout au point de vue de la détermination de la masse de Mercure, car la première solution nous donne

$$\nu = -0,58, \quad \text{d'où} \quad m = \frac{1}{7100000},$$

et la seconde

$$\nu = -0,21, \quad \text{d'où} \quad m = \frac{1}{3800000}.$$

» La masse de Mercure sera donc bien différente dans les deux cas ; or la cause de la différence entre les deux solutions est que, dans la première, on a utilisé les observations méridiennes de Vénus, faites de 1766 à 1830, et dans la seconde les observations de Bradley, de 1751 à 1761. Comparons donc ces deux groupes d'observations.

» De 1766 à 1830, les divers astronomes qui ont observé Vénus ont observé les passages de l'un des bords de la planète ; Bradley, au contraire, observait directement le centre ; il y a là une cause d'erreur systématique considérable, et qui peut fort bien ne pas rester la même de part et d'autre de la conjonction inférieure ; l'erreur doit changer en outre avec la distance angulaire de la planète au Soleil. Dans sa théorie de Vénus, Le Verrier se montre, à diverses reprises, très préoccupé de cette cause systématique d'erreur, qu'il a même essayé de déterminer ; voilà donc une raison de préférer notre première solution à la seconde.

» Nous allons en trouver une seconde dans un ordre d'idées entièrement différent. Mercure cause des perturbations sensibles dans le mouvement de la comète d'Encke, car cette comète passe quelquefois très près de Mercure. Voici les trois valeurs de la plus courte distance Δ des deux astres, de 1819 à l'époque actuelle :

1835. Août 23, 5................	$\Delta = 0,120$
1848. Novembre 22, 6............	$\Delta = 0,039$
1858. Octobre 25, 1...............	$\Delta = 0,095$

Or, une étude très complète du mouvement de la comète d'Encke, de 1819 à 1875, a été faite récemment par Asten (t. XXVI des *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*). Asten a repris les calculs d'Encke, sur les apparitions comprises entre 1819 et 1848, et les a étendus jusqu'à l'apparition de 1875. La masse de Mercure figurait comme inconnue dans ses calculs. Voici le résultat auquel il a été conduit :

$$m = \frac{1}{7636440 \pm 195.907}.$$

Il pense que cette détermination est douée d'une grande exactitude, en raison des trois grandes approximations de Mercure et de la comète, dont nous avons parlé plus haut.

» On voit que l'étude des perturbations de Vénus, faite à l'aide des observations méridiennes de 1766 à 1830, conduit à très peu près à la même valeur de la masse de Mercure que l'étude des perturbations exercées par Mercure sur la comète d'Encke entre 1819 et 1875. En admettant unique-

ment les observations de Bradley, on trouve la masse beaucoup plus forte, $\frac{1}{3800000}$, qu'Asten déclare inconciliable avec les observations de la comète.

» Nous trouverons enfin une autre confirmation de notre manière de voir, dans l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1639. Ce passage a été observé le 4 décembre par Horroxius, près de Liverpool; la relation détaillée de l'observation a été imprimée pour la première fois dans les *Lettres d'Hévélius;* cette observation a été discutée plus tard par Encke dans l'Ouvrage intitulé *Die Entfernung der Sonne von der Erde, aus dem Venusdurgange von* 1761. Le Verrier, en partant de la discussion d'Encke, a été conduit à l'équation suivante (t. VI, p. 73):

$$-27'',39\nu - 46'',33\nu' - 51'',59\nu'' - 18'',02 = 0.$$

Il a pensé que le dernier terme de cette équation ne doit pas être en erreur de plus de 6″ ou 7″. Voyons comment cette équation est satisfaite dans nos deux systèmes; on trouve, pour le premier membre:

Premier système..................	$-\ 4'',2$
Second système..................	$-14'',6$

La représentation est donc beaucoup plus satisfaisante dans le premier cas que dans le second.

» Nous inclinerions donc à admettre que l'étude des perturbations de Vénus conduit aux résultats suivants :

$$\nu = -0,58, \quad \text{d'où} \quad m = \frac{1}{7100000},$$
$$\nu' = -0,055 + 0,035\varepsilon,$$
$$\nu'' = +0,089 - 0,026\varepsilon,$$
$$\pi = \ 8'',85\left(1 - \frac{\varepsilon}{120}\right).$$

Si l'on admettait que ε soit compris entre -1 et $+1$, on en déduirait

$$0,00000226 < m' < 0,00000244,$$
$$0,00000299 < m'' < 0,00000315,$$
$$8'',78 < \pi < 8'',92.$$

Pour $\varepsilon = 0$, on aurait

$$m' = 0,00000235,$$
$$m'' = 0,00000307,$$
$$\pi = 8'',85\ (^1).$$

(1) Il serait désirable de pouvoir combiner convenablement les deux solutions; mais, pour

» Passons maintenant à la théorie de Mars.

» Le Verrier a discuté les observations méridiennes de Mars, faites à Greenwich ou à Paris de 1751 à 1858, et il en a conclu que le mouvement séculaire réel du périhélie de Mars est plus grand de $24''$ que celui fourni par la théorie, avec les valeurs provisoires des masses déduites des équations (1), en y supposant ν, ν', ν'' et ν^{IV} nuls. Si l'on veut obtenir ce changement, *uniquement* par des corrections convenables des masses, on aura à vérifier l'équation suivante (t. VI, p. 286) :

$$(9) \qquad 0'',0014\nu + 0'',0466\nu' + 0'',1636\nu'' + 1'',306\nu^{\text{IV}} = 0'',0235.$$

En portant dans cette équation les valeurs de ν et ν', fournies par les équations (3), on trouve

$$(10) \qquad 0'',1636\nu'' + 1'',306\nu^{\text{IV}} = 0'',0269 - 0''',0016\varepsilon.$$

» Voyons quelles peuvent être les limites de ν^{IV}. La valeur admise pou m^{IV} était

$$0,000952381 = \frac{1}{1050};$$

la valeur la mieux déterminée pour la masse de Jupiter paraît encore être celle de Bessel,

$$m^{\text{IV}} = \frac{1}{1047,88};$$

on en conclut

$$\nu^{\text{IV}} = +0,0020,$$

et l'équation (10) devient

$$0'',1636\nu'' = 0'',0243 - 0'',0016\varepsilon.$$

On en conclurait, en négligeant ε,

$$\nu'' = +0,148,$$
$$m'' = 0,00000323,$$
$$\pi = 9'',00.$$

» Cette valeur est notablement supérieure à la valeur $8'',85$ trouvée précédemment en partant de la théorie de Vénus; mais tout dépend ici de l'exactitude du second membre $0'',0235$ de l'équation (9); ce nombre est à fort peu près la valeur de l'inconnue représentée dans les *Annales* par $e\pi'$, et, en se reportant aux équations du Tome VI, pages 281 et 282, on voit que cette constante pourrait varier de $0'',005$ sans que les résidus fussent

---

cela, il faudrait reprendre la discussion des observations de Bradley, chercher à fixer son équation personnelle et donner ensuite des poids convenables à ses observations.

modifiés d'une manière notable. Si l'on supposait cette constante diminuée de 0″,005, on trouverait, par la théorie de Mars,

$$\pi = 8'',92.$$

» Il paraît donc impossible d'arriver à une conclusion nette, en partant des observations méridiennes de Mars, faites pendant tout un siècle, avant de s'être rendu compte du degré de précision de la constante 0″,0235.

» Enfin, la présence des petites planètes pourrait aussi contribuer à modifier un peu les résultats.

» Dans sa théorie de Mars, Le Verrier avait laissé de côté l'observation de l'approximation de Mars à ψ^2 du Verseau, faite en 1672, par Richer à Cayenne, par Picard à Brion en Anjou et par Cassini à Paris; il s'était servi uniquement des observations méridiennes. En 1872, au contraire, dans le Mémoire déjà cité (*Comptes rendus*, t. LXXV), il n'a pas fait usage des observations méridiennes et a employé exclusivement l'observation de 1672 pour trouver m'', et par suite π, et c'est cette dernière observation qui lui avait donné $\pi = 8'',87$. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Faye, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par MM. **Tisserand** et **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1880.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite. ☄ − ★.	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ☄ − ★.	Déclinaison. Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Sept. 13...	*a*	8	−0.12,96	$+\bar{1},288$	+2.39,1	+0,771
24...	*b*	8,5	−0. 7,43	$-\bar{1},024$	−4.31,1	+0,777
26...	*c*	10,5	+1.43,57	$-\bar{1},055$	−7.56,4	+0,782
27...	*d*	8,5	−0.44,16	$+\bar{1},223$	+6. 6,5	+0,787
29...	*e*	9	−0. 4,44	$+\bar{2},940$	−1.21,4	+0,786
30...	*f*	9	+0. 6,03	$-\bar{2},000$	+4.14,2	+0,787
Oct. 1...	*g*	8	+1.51,38	$+\bar{2},326$	+6.16,4	+0,789
10...	*h*	8,5	+0.35,50	$+\bar{1},245$	−6.53,8	+0,804
11...	*i*	8	+0.55,94	$-\bar{2},543$	+9.50,9	+0,804
24...	*j*	9	−1.43,26	$+\bar{2},824$	+1.51,4	+0,820
28...	*k*	9	−0.14,13	$+\bar{1},336$	−0.12,4	+0,827
30...	*l*	9,5	−0.38,23	$+\bar{2},535$	−2. 5,7	+0,826
Nov. 3...	*m*	7	−0.32,28	$-\bar{2},882$	−2.32,3	+0,829
4...	*n*	8	−0.33,95	$+\bar{2},234$	−5.41,4	+0,829
27...	*o*	9,5	−0.10,38	$+\bar{1},263$	−10. 1,4	+0,836

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1880.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1880,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1880,0.	Réduction au jour.	Autorité.
			s	° ′ ″	″	
Sept. 13...	*a* 45182-3 Lalande	22.59.49,47	+4,43	+8.15. 0,6	+28,4	Lalande.
24...	*b* Anonyme	22.53.19,60	+4,44	+6.29.15,6	+29,2	
26...	*c* 1019 W. H. XXII	22.50.27,35	+4,42	+6. 9.55,4	+29,2	Weisse.
27...	*d* Arg. Z. +5° n° 5114	22.52.21,1	+4,43	+5.42.47	+29,2	Argel, zones.
29...	*e* 1031 W. H. XXII	22.50.49,19	+4,42	+5.27.38,4	+29,3	Weisse.
30...	*f* 1014 »	22.50.14,87	+4,42	+5.10.49,1	+29,3	»
Oct. 1...	*g* 975 »	22.48. 5,24	+4,41	+4.56.49,1	+29,3	»
10...	*h* 44754 Lalande	22.46.55,11	+4,36	+3.23.59,0	+29,2	Lalande.
11...	*i* 938 W. H. XXII	22.46.26,78	+4,36	+2.54.52,7	+29,2	Weisse.
24...	*j* 1024 »	22.50.34,18	+4,28	+0.48.41,0	+28,8	»
28...	*k* 1026 »	22.50.44,43	+4,25	+0.14.52,3	+28,5	»
30...	*l* Arg. Z. —0° n° 4437	22.52. 8,6	+4,23	+0. 1.29	+28,4	Argel., zones
Nov. 3...	*m* 1112 W. H. XXII	22.54.28,82	+4,20	—0.27.29,9	+28,4	Weisse.
4...	*n* 1132 »	22.55.14,01	+4,20	—0.31.20,9	+28,2	»
27...	*o* Arg. Z. —1° n° 4433	23.20. 0,5	+4,08	—1.47.41	+27,1	Argel., zones.

Positions géocentriques apparentes de la comète.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Septembre 13....	13.24. 0	22.59.41,11	+8.18.13,3	15 : 20
24....	9.36.26	22.53.16,51	+6.25.19,2	10 : 10
26....	9.20.29	22.52.15,24	+6. 2.33,7	20 : 15
27....	12. 3.33	22.51.41,5	+5.49.28	16 : 10
29....	11. 9.59	22.50.49,27	+5.26.51,9	15 : 15
30....	10. 2.24	22.50.25,31	+5.15.38,2	15 : 20
Octobre 1....	10.19. 3	22.50. 1,05	+5. 3.40,4	18 : 14
10....	11.13.50	22.47.35,13	+3.17.40,2	26 : 15
11....	13. 2. 7	22.47.27,05	+3. 5.18,6	21 : 15
24....	9.12.15	22.48.55,26	+0.51. 7,0	14 : 10
28....	10.34.40	22.50.34,74	+0.15.14,3	16 : 9
30....	8.34.22	22.51.34,6	—0. 0. 2	35 : 20
Novembre 3....	7.15.19	22.54. 0,67	—0.29.28,0	27 : 15
4....	8.17.12	22.54.44,27	—0.36.28,4	13 : 5
27....	8.42.59	23.19.54,4	—1.57.10	14 : 10

» Les différences ☄ — ★ sont corrigées de la réfraction.

» L'anonyme *b* a été déterminée à l'équatorial par rapport à 1102 Weisse, Hora XXII ; on a obtenu ainsi :

Æ ★ an. — ★ 1102........	— 0m 43s,52	6 comparaisons
Déclinaison..............	— 15′ 6″,7	5 »

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *De la possibilité de rendre les moutons réfractaires au charbon par la méthode des inoculations préventives;* par M. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland** et **Roux**.

« Six mois après que j'eus annoncé à l'Académie la possibilité d'atténuer le microbe du choléra des poules et de préparer un virus-vaccin pour cette affection, c'est-à-dire un virus donnant la maladie et non la mort et préservant de l'action du virus mortel, suivant la loi générale de la non-récidive des maladies virulentes, M. Toussaint, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse, publia un résultat du même ordre en ce qui concerne le *charbon*.

» En inoculant des moutons, soit par du sang charbonneux défibriné filtré sur plusieurs doubles de papier, soit par ce même sang défibriné porté préalablement à 55° pendant dix minutes, les moutons, d'après M. Toussaint, peuvent ultérieurement supporter, sans périr, des inoculations de sang charbonneux.

» Ce fait d'une préservation possible du charbon par des inoculations préventives est de la plus rigoureuse exactitude, et c'est vainement que dans une autre enceinte on aura fait des tentatives pour l'infirmer.

» Toutefois, si nous sommes d'accord avec M. Toussaint sur la parfaite exactitude de sa remarquable observation, nous devons réfuter les opinions et récuser même certains faits qu'il a présentés à cette occasion, parce qu'ils sont tout à la fois contraires à la vérité et en opposition avec les résultats de mon travail sur le choléra des poules.

» Historiquement, voici comment les choses se sont passées.

» La bactéridie, suivant M. Toussaint, déposerait dans le sang des animaux où elle se multiplie une matière qui peut devenir son propre vaccin. Par la filtration à froid dans un cas, par la chaleur de 55° dans l'autre, on éloigne ou on tue la bactéridie. Dès lors, l'inoculation du sang filtré ou l'inoculation du sang chauffé introduirait dans le corps des animaux inoculés la matière vaccinale privée de bactéridies. M. Toussaint mêlait en outre arbitrairement à ces explications la croyance à une prétendue action *phlogogène* du sang charbonneux. Si l'exposition de M. Toussaint eût été fondée, la question des virus-vaccins, telle que je l'ai présentée, aurait été tout entière à reprendre. D'une part, j'ai montré que le virus-vaccin du choléra était un être vivant, un microbe, que ce microbe est morphologi-

quement le même que le virus très virulent, qu'il se cultive comme ce dernier, dont il diffère par une aptitude moindre à se propager dans le corps des animaux. Pour M. Toussaint, au contraire, le virus-vaccin de la bactéridie serait une sorte de produit soluble formé pendant la vie de cet organisme, une substance privée de vie, ne pouvant se reproduire par génération, n'ayant donc à aucun titre les caractères d'un virus animé. J'avais montré, en outre, que la partie soluble des cultures du microbe du choléra des poules était incapable de les vacciner. Sur tous les points, par conséquent, le savant professeur de Toulouse, à son insu peut-être, car il n'y fait aucune allusion, battait en brèche les vues et certaines observations que j'avais produites, ou n'en tenait aucun compte pour l'explication des résultats qu'il avait obtenus ([1]).

» Aussi, lorsque dans le Jura, où je me trouvais alors en vacances, je reçus l'annonce des assertions de M. Toussaint, j'en éprouvai une vive émotion. Bientôt, revenu de ma surprise, pesant le fort et le faible des faits qui venaient d'être publiés, je jugeai que M. Toussaint devait mal comprendre ce qu'il avait observé et qu'il avait dû commettre des erreurs de fait d'une grande importance. La préservation du charbon à l'aide d'inoculations préventives me charmait dans l'extension qu'elle apportait à la voie ouverte par la découverte du vaccin du choléra des poules; mais tout ce qui avoisinait ce fait capital dans la publication de M. Toussaint m'apparut, après réflexion, sans fondement sérieux dans l'expérience.

» Mes jeunes collaborateurs, MM. Chamberland et Roux, se trouvant alors, comme moi-même, en vacances, je leur écrivis sur-le-champ qu'il fallait abandonner toute idée de villégiature, ce qu'ils acceptèrent avec leur dévouement habituel. Des expériences furent entreprises, les unes par M. Roux à Paris, les autres par M. Chamberland et moi dans le Jura.

» Trois semaines étaient à peine écoulées que nos prévisions étaient réalisées. Nous avions acquis la conviction que, parmi les résultats de M. Toussaint, les uns manquaient d'exactitude, que les autres étaient mal interprétés, qu'enfin l'explication de l'immunité charbonneuse devait être à beaucoup d'égards calquée sur celle de la vaccination du choléra des poules. Nous avions reconnu que la bactéridie chauffée à 55°, quoiqu'elle ne puisse se cultiver à cette température, n'est pas morte ou du moins peut ne pas l'être, qu'elle vit encore, quelquefois même après trente mi-

([1]) Il y a eu dans le courant du mois d'août 1880 deux publications de M. Toussaint, l'une à l'Académie des Sciences le 2 août, l'autre à l'Académie de Médecine le 3 août.

nutes d'exposition à 55° sous une épaisseur assez faible du sang, qu'elle est seulement modifiée dans sa vitalité propre. Quand le chauffage à 55° tue la bactéridie, ce dont il est facile de s'assurer par un essai de culture, qui dans ce cas est stérile, l'inoculation du sang après le chauffage n'a aucune action préservatrice.

» M. Toussaint avait rencontré dans ses expériences d'inoculation de sang charbonneux chauffé de nombreux insuccès, c'est-à-dire des cas de mort par le charbon; mais, sous l'empire d'idées préconçues erronées, au lieu de conclure que ses insuccès provenaient de la bactéridie qui n'était pas morte à 55°, il supposait que des spores s'étaient formées dans le sang avant le chauffage, et que ces spores se cultivaient dans le corps des moutons et les faisaient périr charbonneux.

» M. Toussaint avait indiqué, outre l'action de la chaleur, celle de la filtration pour préparer le sang apte aux inoculations préventives : nous avons reconnu que cette dernière méthode est toujours défectueuse. De deux choses l'une, le sang filtré donne le charbon et tue, ou bien il n'agit pas et dans ce cas il ne préserve pas. Par des dilutions on ne peut obtenir un sang charbonneux vaccinal.

» En résumé, dans l'expérience de M. Toussaint, le microbe charbonneux n'est pas tué, comme il le croyait, mais seulement modifié dans sa vitalité. C'est bien, à très peu près, l'explication de la vaccination dans le choléra des poules. Néanmoins, entre les microbes-vaccins du choléra des poules et la bactéridie qui a été chauffée, on constate une différence qui dans notre sujet, et principalement lorsqu'on se place au point de vue d'une application pratique, mérite la plus grande attention. Les microbes atténués du choléra des poules, ainsi que je l'ai fait voir, peuvent se reproduire par cultures successives en conservant leurs atténuations propres. Il n'en est pas de même de la bactéridie modifiée par la chaleur de 55°. Je vais revenir sur ce point.

» Dès le 20 août dernier [1], j'annonçais la plupart de ces résultats à M. Bouley, qui les communiqua immédiatement à M. Toussaint, présent à Paris, et nous eûmes bientôt la satisfaction d'apprendre que M. Toussaint, guidé également par de nouvelles études personnelles, abandonnait complètement sa première interprétation.

---

[1] Je lis dans le *Bulletin de l'Académie de Médecine* du 8 mars 1881, page 302, que M. Toussaint aurait rectifié ses premières Notes au Congrès de Reims, le 19 août 1880. Il doit y avoir ici une erreur de date : la rectification doit dater des derniers jours d'août 1880.

» Et maintenant que la question de doctrine est réglée, ce qu'il importe le plus d'élucider est la question pratique, celle de la possibilité de créer l'immunité charbonneuse. D'après nos études, qui sont fort nombreuses, la méthode de M. Toussaint est très incertaine. Trois cas peuvent se présenter : 1° la bactéridie périt par la chaleur et, dès lors, le sang charbonneux ne saurait servir à des inoculations préventives; 2° la bactéridie ne périt pas, mais elle garde une virulence qui tue les moutons; 3° la bactéridie est modifiée; dans ce dernier cas seul, il est possible qu'elle préserve, c'est-à-dire qu'elle provoque un *charbon* qui s'arrête et n'aboutit pas à la mort de l'animal. Des expériences directes, préliminaires, permettent seules de reconnaître dans quelle condition se trouve la bactéridie après le chauffage du sang charbonneux. Réussit-on à obtenir la bactéridie dans l'état où elle peut préserver, elle ne peut être fixée par la culture, et déjà, dans le sang qui la recèle, elle se modifie souvent en quelques jours. La culture de la bactéridie, convenablement atténuée par la chaleur, redonne une bactéridie virulente, ce qui la distingue essentiellement, comme je le disais tout à l'heure, des microbes atténués du choléra des poules. Dans nos expériences même, il est arrivé qu'un sang charbonneux maintenu trente minutes à 55° et dont la bactéridie modifiée se cultivait encore a donné une culture virulente qui a tué trois moutons sur trois inoculés.

» Il résulte de tout ce qui précède que, si l'on voulait inoculer des troupeaux de moutons par le procédé artificiel de M. Toussaint, on pourrait être exposé à de grandes pertes, bien que cependant on puisse assurer que ceux des moutons qui survivraient seraient préservés d'un charbon ultérieur. En outre, la méthode suppose que l'on a à sa disposition une grande quantité de sang charbonneux, ce qui est un grave inconvénient.

» Par la Communication que j'ai eu l'honneur de lui faire tout récemment, en mon nom et au nom de MM. Chamberland et Roux, l'Académie sait aujourd'hui que la question est résolue dans son importance pratique.

» Nous venons d'y ajouter de nouveaux perfectionnements qui intéresseront vivement, je l'espère, l'Académie. Je lui demande de me permettre de les lui faire connaître tout de suite par la lecture d'une nouvelle Note, du reste fort courte. »

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Le vaccin du charbon;* par M. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland** et **Roux**.

« Dans la lecture que j'ai faite à l'Académie le 28 février dernier, nous avons annoncé qu'il était facile d'obtenir le microbe charbonneux aux degrés les plus divers de virulence, depuis la virulence mortelle, c'est-à-dire qui tue, cent fois sur cent, cobayes, lapins, moutons, jusqu'à la virulence la plus inoffensive, en passant d'ailleurs par une foule d'états intermédiaires. La méthode de préparation de ces virus atténués est d'une merveilleuse simplicité, puisqu'il a suffi de cultiver la bactéridie très virulente dans du bouillon de poule à 42°-43° et d'abandonner la culture après son achèvement au contact de l'air à cette même température. Grâce à cette circonstance que la bactéridie, dans les conditions dont il s'agit, ne forme pas de spores, la virulence d'origine ne peut se fixer dans un germe, ce qui arriverait infailliblement à des températures comprises entre 30° et 40°, et au-dessous. Dès lors la bactéridie s'atténue de jour en jour, d'heure en heure, et finit par devenir si peu virulente qu'on est contraint, pour manifester en elle un reste d'action, de recourir à des cobayes d'un jour. Cette virulence si faible, si près de s'éteindre, nous a portés naturellement à multiplier les expériences afin d'arriver, s'il était possible, à des atténuations encore plus grandes. Nous y sommes parvenus en prenant pour point de départ la bactéridie la plus virulente que nous ayons eue jusqu'à présent entre les mains. C'est précisément celle dont j'ai parlé dans ma lecture du 28 février, provenant de la germination de corpuscules-germes de quatre ans de durée. Cette bactéridie a pu être maintenue sans périr plus de six semaines à 42°-43°. L'expérience a commencé le 28 janvier. Dès le 9 février, sa culture ne tuait plus les cobayes adultes. Trente et un jours après, le 28 février, une culture, faite à 35°, préparée à l'aide du flacon toujours maintenu à 42°-43°, tuait encore les très jeunes souris, mais non les cobayes, les lapins et les moutons [1]. Le 12 mars, c'est-à-dire quarante-trois jours après le 28 janvier, une culture nouvelle ne tuait plus ni souris ni cobayes, pas même les cobayes nés depuis quelques heures seulement. Nous avons été ainsi mis en possession d'une bactéridie qu'il est impossible de faire revenir à la virulence. Si jamais ce retour était

[1] Les souris sont plus sensibles au charbon que les cobayes.

obtenu, on peut assurer que ce serait en recourant à des espèces animales nouvelles, aujourd'hui inconnues pour être inoculables, absolument différentes de celles que nous savons être présentement aptes à contracter le charbon. En d'autres termes, nous possédons maintenant et nous avons le moyen simple de nous procurer une bactéridie issue de la bactéridie la plus virulente et qui est complètement inoffensive, tout à fait comparable à ces nombreux organismes microscopiques qui remplissent nos aliments, notre canal intestinal, la poussière que nous respirons, sans qu'ils soient pour nous des occasions de maladie ou de mort, parmi lesquels même nous allons chercher souvent des auxiliaires de nos industries.

» Que ce résultat est imprévu lorsqu'on songe que cette bactéridie inoffensive se cultive dans des milieux artificiels avec autant de facilité que la bactéridie la plus virulente et que morphologiquement elle ne peut s'en distinguer, si ce n'est par les caractères les plus fugitifs (1)!

» Les considérations et les faits suivants ne sont pas moins dignes d'intérêt.

» Dans ma lecture du 28 février, j'ai fait observer que le microbe charbonneux se distingue de celui du choléra des poules par l'absence probable, dans les cultures de ce dernier, de germes proprement dits. Toutes les cultures, en effet, du microbe du choléra des poules finissent par périr, soit qu'on les conserve au contact de l'air, soit qu'on les enferme dans des tubes clos en présence de gaz inertes, tels que l'azote et le gaz carbonique. Le microbe du charbon, au contraire, se résout dans ses cultures en corpuscules brillants, formant poussière, qui sont de véritables germes. Ce sont eux que nous avons vus se multiplier dans les terres autour des cadavres charbonneux, ensuite ramenés par les vers de terre à la surface, où ils souillent les récoltes et deviennent les agents de propagation de la terrible maladie dans les étables ou sur les terres de parcage.

» Nous arrivons ainsi à nous poser la question suivante, si digne d'être méditée quand on la considère du point de vue élevé des principes de la Philosophie naturelle : tous ces virus charbonneux atténués qui nous occupent sont-ils capables, eux aussi, de se résoudre en corpuscules-

(1) Lorsque la bactéridie est très atténuée, ses filaments sont plus courts, plus divisés. La culture moins abondante forme sur les parois des vases un dépôt uniforme, tandis que, à l'état virulent, on la voit le plus souvent en flocons cotonneux, constitués par de très longs fils. Cependant il suffit d'attendre la formation des spores et de faire de celles-ci une culture nouvelle, pour qu'elle reprenne les formes de développement de la bactéridie virulente.

germes, et, si la réponse est affirmative, quels sont les caractères de ces derniers? reviennent-ils d'emblée à la virulence des germes de la bactéridie virulente d'où on les a tirés par la méthode d'atténuation précédemment exposée? sinon, se confondent-ils avec ceux d'une bactéridie sans virulence aucune? ou bien enfin ces germes, multiples dans leur nature, fixent-ils et pour toujours les virulences de leurs bactéridies propres, ajoutant ainsi aux connaissances médicales et aux grandes lois naturelles ce principe nouveau de l'existence d'autant de germes qu'il y a de sortes de virulences dans certains virus animés?

» C'est cette dernière proposition qui est exacte. Autant de bactéridies de virulences diverses, autant de germes dont chacun est prêt à reproduire la virulence de la bactéridie dont il émane.

» Ai-je besoin d'ajouter maintenant qu'une application pratique d'une grande importance nous est offerte? Tout en réservant l'étude ultérieure des difficultés de détail que nous pourrons rencontrer dans la mise en œuvre d'une vaste prophylaxie charbonneuse, il n'en reste pas moins établi que nous avons à notre disposition non seulement des bactéridies filamenteuses pouvant servir de virus-vaccins dans l'affection charbonneuse, mais des virus-vaccins fixés dans leurs germes avec toutes leurs qualités propres, transportables, sans altération possible. »

M. **Bouley**, après avoir entendu les deux Communications de M. *Pasteur*, présente les observations suivantes :

« Je suis heureux d'avoir entendu M. Pasteur témoigner, avec l'autorité qui s'attache à sa parole, de la vérité de la découverte de M. Toussaint. Cette attestation, qui réduit à rien les dénégations dont cette découverte a été l'objet dans une autre enceinte, sera, pour le jeune expérimentateur de Toulouse, un motif de grande et légitime satisfaction.

» Maintenant, je demande à M. Pasteur la permission de lui faire observer que M. Toussaint n'a pas persisté longtemps dans sa première interprétation des faits qu'il avait observés. De lui-même il a reconnu qu'elle était erronée, et la rectification qu'il en a faite se trouve inscrite dans l'un des procès-verbaux des séances de l'*Association pour l'avancement des Sciences*, dont la dernière session se tenait à Reims, au mois d'août dernier. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les éthers formiques;* par MM. **Berthelot** et **Ogier**.

« 1. Les éthers composés formés par l'union des acides organiques et des alcools sont produits en général avec absorption de chaleur : cette relation a été mise en évidence par l'un de nous en 1865 (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 417), d'après la comparaison des chaleurs de combustion des éthers avec la somme de celles de leurs générateurs. Les éthers formiques seuls avaient paru faire exception. Les excès de la chaleur de combustion de la plupart des éthers, tirés des déterminations numériques de Favre et Silbermann, variaient de 5^{Cal} à 23^{Cal} (éther acétique) et jusqu'à 40^{Cal} (éther valérique), soit quatre centièmes environ de la chaleur de combustion elle-même.

» 2. Toutefois ces inductions sont subordonnées aux erreurs que comporte la mesure des chaleurs de combustion, erreurs que je vais essayer d'apprécier. En effet, la véritable valeur de la chaleur absorbée dans la formation de l'éther acétique est de -2^{Cal} seulement, comme il sera dit plus loin; au lieu de -23, déduit des chaleurs de combustion. On montrera également que la formation des éthers formiques, loin de faire exception, en dégageant $+14^{Cal}$ et $+26^{Cal}$, donne lieu, au contraire, comme celle des autres éthers organiques liquides, à une absorption de chaleur.

» Il paraît utile d'insister sur la grandeur des erreurs dont sont susceptibles les mesures de chaleur de combustion, même exécutées par des expérimentateurs très habiles. Dans le cas de l'éther acétique, l'erreur (21^{Cal}), supposée répartie également entre l'éther acétique (chaleur de combustion, 554) et les deux composants (531), s'élève à deux centièmes de chacun de ces chiffres. Si on l'attribuait à l'éther acétique seul, sa valeur relative serait doublée.

» Je citerai également l'alcool, dont la chaleur de combustion serait, d'après Dulong, $+317,8$; d'après Favre et Silbermann, $+330,5$; d'après Andrews, $+315,0$; chiffres qui s'écartent entre eux de près de cinq centièmes de leur valeur absolue.

» Ces erreurs sont attribuables au caractère toujours incomplet des combustions ordinaires et à la correction mal définie qui en est la conséquence; à la lenteur de ces mêmes combustions, enfin à l'impureté inévitable des composés organiques liquides.

» M. Louguinine a relevé récemment des erreurs analogues. Les mesures les plus récentes de M. Thomsen comportent des erreurs non moins considérables, erreurs que ce savant distingué a reconnues lui-même : par exemple, en réformant le chiffre qu'il avait donné d'abord pour la chaleur de combustion de l'oxyde de carbone (+ 66,8), chiffre qu'il a constaté récemment égal à + 68,3, ce qui le rend conforme à la valeur (+ 68,2) que j'avais obtenue moi-même depuis plusieurs années : c'est une erreur de près de 2,5 centièmes sur sa première détermination, faite cependant sur un corps dont la pureté ne saurait être suspectée.

» Si je rappelle ces chiffres, c'est afin de montrer avec quelle réserve on doit se servir des chaleurs de combustion pour évaluer de petites quantités, et combien peu il conviendrait de les combiner pour calculer de prétendues constantes, à l'aide d'un système d'équations du premier degré. Ce n'est que pour des corps dont la chaleur de combustion est peu considérable, ou bien pour des réactions donnant lieu à de très grands dégagements de chaleur, que les chaleurs de combustion peuvent être utilisées avec une probabilité suffisante. Les erreurs absolues, rapportées au poids moléculaire, croissent d'ailleurs proportionnellement avec ce poids lui-même. Une erreur d'un centième, par exemple, représente 3^{Cal} sur l'alcool, 7^{Cal} sur l'amylène, 14^{Cal} sur le sucre de cannes, 24^{Cal} sur l'acide stéarique, etc. Dans ces conditions, tout calcul des constantes des réactions, s'il en existe, est chimérique.

» 3. En raison de ces incertitudes, j'ai cherché et trouvé des méthodes plus directes et plus exactes, fondées sur les réactions de la voie humide, pour mesurer la chaleur dégagée dans les transformations des composés organiques et dans la formation des éthers en particulier. J'ai réussi à les former dans des conditions accessibles aux mesures calorimétriques, au moyen des chlorures acides. Quelques éthers même ont pu être décomposés à froid, immédiatement et en sens inverse par les alcalis. Ainsi ont été obtenus les chiffres suivants, dans lesquels les corps sont envisagés sous divers états, comparables entre eux : les états gazeux, liquides et dissous. Je me borne à les rappeler, les expériences ayant été décrites ailleurs (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 338).

» *Ether acétique* : $C^4H^4(C^4H^4O^4) = C^4H^6O^2 + C^4H^4O^4 - H^2O^2$.

Tous les corps gazeux....................	— 5,5
Tous les corps liquides....................	— 2,0
Tous les corps dissous dans l'eau............	— 1,8

» *Ether oxalique* $\left\{ \begin{matrix} C^4H^4 \\ C^4H^4 \end{matrix} \right\} C^4H^2O^8 = 2C^4H^6O^2 + C^4H^2O^8 - 2H^2O^2$.

Tous les corps liquides.................. $-1,9 \times 2$
Tous les corps dissous dans l'eau.......... $-1,75 \times 2$

» Tous ces chiffres sont négatifs, ce qui confirme la relation signalée; mais en modifiant notablement la valeur de la chaleur absorbée.

» 4. Les méthodes précédentes ne s'appliquent pas aux éthers formiques, attendu que le chlorure formique n'est pas connu. Heureusement l'équivalent de ces éthers, inférieur à celui des éthers acétiques, réduit d'autant l'importance relative des erreurs susceptibles d'être commises sur la mesure de la chaleur de combustion. Leur grande volatilité permet d'ailleurs de mesurer celle-ci par détonation, c'est-à-dire par une méthode qui l'emporte beaucoup en exactitude sur la combustion ordinaire; elle l'emporte, dis-je, parce que la transformation en eau et en acide carbonique, au lieu d'être successive et incomplète, est à la fois totale et instantanée.

» Nous avons opéré sur l'éther méthylformique et sur l'éther éthylformique, purifiés avec soin et pesés dans de petites ampoules, que l'on introduisait dans la bombe calorimétrique. Celle-ci était remplie d'oxygène, l'ampoule brisée pour vaporiser l'éther, et la détonation provoquée, d'après la méthode déjà décrite (*Comptes rendus*, t. XCI; 26 juillet 1880).

» On obtient ainsi la chaleur de combustion à volume constant; on en déduit la chaleur de combustion à pression constante, d'après les formules données par l'un de nous (*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 115).

» La chaleur de formation de l'éther, depuis ses éléments, se conclut de la comparaison entre sa chaleur de combustion et celle de ses éléments (même Ouvrage, t. I, p. 79); elle se rapporte à l'état gazeux. Pour pouvoir passer à l'état liquide, nous avons mesuré la chaleur de vaporisation des éthers, ainsi que celle de l'acide formique lui-même, laquelle n'était pas connue avec une précision suffisante. Quant à l'état dissous, il se calcule d'après les chaleurs de dissolution. Voici les chiffres obtenus :

» 5. Éther méthylformique $C^2H^2(C^2H^2O^4)$. *Données numériques.* — I. *Chaleur de combustion* (par détonation : corps gazeux). Trois expériences ont fourni (moyenne prise entre le poids même de l'éther initial et son poids calculé d'après celui de l'acide carbonique final) : pour $C^2H^2(C^2H^2O^4) = 60^{gr}$: $+237,8$; $+235,2$; $+241,7$; en moyenne, $+238,2$ à volume constant; ou $+238,7$ à pression constante.

» II. *Chaleur de vaporisation* (¹). — Nous avons trouvé, d'après plusieurs expériences et la chaleur de vaporisation de l'éther étant rapportée à 60^{gr} : $+ 6^{Cal},91$.

» On déduit de là pour la chaleur de combustion de l'éther méthylformique liquide : + 231,8. Favre et Silbermann avaient trouvé + 252. La différence, qui s'élève à huit centièmes, ne saurait, je crois, s'expliquer que par l'impureté du corps mis en œuvre par ces auteurs. En effet, avec le nouveau nombre, l'anomalie de la chaleur de formation des éthers formiques, au moyen de l'acide et de l'alcool, disparaît.

» III. *Chaleur spécifique* (*liquide*). — Entre 29° et 13° : 0,516 pour l'unité de poids; soit 31,0 pour la chaleur spécifique moléculaire. Le chiffre est à peine différent de la chaleur spécifique moléculaire de l'acide acétique (30, 5 entre 45° et 24° d'après Kopp; 31,3 entre 96° et 26° d'après nous-mêmes). Cela confirme cette relation connue : que les corps isomères ont sensiblement la même chaleur spécifique, quelles qu'en soient la densité et la fonction chimique; relation approchée qui s'applique également aux corps polymères pris sous le même poids. On prouve ainsi une fois de plus que les chaleurs spécifiques ne doivent pas être employées pour déterminer les poids atomiques absolus des corps liquides ou solides.

» IV. *Chaleur de dissolution*. — 1 partie d'éther méthylformique a été dissoute dans 33 parties d'eau à 15°, au sein d'un vase clos et plein d'eau. On a obtenu dans deux essais, pour 60^{gr} d'éther : $+ 1^{Cal},09$ et $+ 1^{Cal},18$; en moyenne, $+ 1^{Cal},13$.

» *Chaleur de formation*. — En admettant + 231,8, la chaleur de formation de l'éther méthylformique depuis ses éléments

$$C^4 + H^4 + O^4 = C^2H^2(C^2H^2O^4) \text{ liquide},$$

dégage : état liquide, + 94,2; gazeux, + 87,3; dissous, + 95,3.

» 6. Comparons ces chiffres avec la chaleur de formation de l'acide acétique, corps de même composition et condensation. D'après nos mesures,

(¹) L'expérience a été faite avec l'appareil décrit dans l'*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 292. On a seulement supprimé les deux toiles métalliques, destinées à protéger l'écran et la fiole; ces toiles ne sont pas nécessaires et elles augmentent notablement la correction du réchauffement. Leur suppression, jointe à l'emploi d'un écran recouvrant entièrement la surface ouverte du calorimètre, et à celui d'un agitateur vertical, soulevé par un petit moteur électromagnétique, a permis d'annuler presque entièrement cette correction : ce qui rend les expériences beaucoup plus exactes.

la formation de l'acide acétique dans l'état liquide dégage : + 126,6; dans l'état gazeux, + 119,4. On voit que la métamorphose de l'éther méthylformique, corps facilement résoluble en ses composants moins carbonés, dans son isomère, l'acide acétique, corps plus stable, plus dense, moins volatil, dégagerait + 32,4 dans l'état liquide; + 32,1 dans l'état gazeux. Ainsi une telle transformation, dans laquelle l'état de combinaison des éléments devient plus intime, serait accompagnée par un dégagement de chaleur considérable. J'ai insisté déjà plus d'une fois (¹) sur cette relation, fort générale en Mécanique chimique.

» 7. Pour calculer la chaleur mise en jeu dans la production de l'éther méthylformique, depuis l'acide et l'alcool générateur, il faut connaître la chaleur de formation de ceux-ci.

» Nous admettrons pour l'*alcool méthylique*

$$C^2 + H^4 + O^2 = C^2H^4O^2 \text{ gaz} : + 53^{Cal},6; \text{ liquide} : + 62^{Cal},$$

d'après la chaleur de combustion donnée par Favre et Silbermann et la chaleur de vaporisation mesurée par Regnault.

» 8. J'ai donné ailleurs pour l'*acide formique*

$$C^2 + H^2 + O^4 = C^2H^2O^4 \text{ liquide, dégage} \dots\dots\dots\dots \quad + 93,0.$$

Pour passer à l'acide gazeux, voici la *chaleur de vaporisation*. Deux expériences très concordantes ont fourni pour 46^{gr} : 4,77 et 4,77.

» La chaleur spécifique entre 85° et 150° a été trouvée 0,552; ce qui fait pour la chaleur moléculaire : + 25,4.

» M. Kopp a donné 0,536 entre 45° et 24°, limites de températures plus basses et répondant dès lors à une chaleur spécifique un peu moindre.

» D'après cette chaleur de vaporisation, la chaleur de formation de l'acide formique gazeux, depuis les éléments,

$$C^2 + H^2 + O^4 = C^2H^2O^4 \text{gaz, dégage} \dots\dots\dots\dots \quad + 88,2 \; (^2).$$

(¹) Leçon professée en 1863 devant la Société chimique de Paris; *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 356.

(²) On tire de là :

$$C^2H^2O^4 \text{ liquide} = C^2O^2 + H^2O^2 \text{ liquide, dégage} \dots \quad + 1,7$$
$$C^2H^2O^4 \text{ gaz} = C^2O^2 + H^2O^2 \text{ gaz, absorbe} \dots \quad - 3,1$$

La transformation de l'acide formique en oxyde de carbone et en eau est donc exothermique, avec l'acide liquide, comme l'un de nous l'a démontré directement; tandis qu'elle serait endothermique avec l'acide gazeux. Au contraire, la métamorphose de l'acide formique gazeux en acide carbonique et hydrogène

$$C^2H^2O^4 \text{ gaz} = C^2O^4 + H^2, \text{ dégage} \dots\dots\dots \quad + 5^{Cal},8;$$

ce qui est également conforme à nos expériences directes.

» 9. D'après cet ensemble de données, la production de l'éther méthylformique, depuis l'acide et l'alcool générateurs,

$$C^2H^2O^4 + C^2H^4O^2 = C^2H^2(C^2H^2O^4) + H^2O^2,$$

Tous les corps gazeux, absorbe...............	— 4,5
Tous les corps liquides, absorbe..............	— 8,2
Tous les corps dissous, absorbe...............	— 7,4

valeurs assez grandes pour autoriser à admettre que le signe de la réaction est réellement négatif. Le chiffre relatif à la formation de l'éther méthylformique gazeux diffère peu du chiffre relatif à l'éther acétique.

» 10. Éther éthylformique : $C^4H^4(C^2H^2O^4)$. — I. *Chaleur de combustion du corps gazeux* (par détonation), rapportée à 74gr.

» A volume constant : 387,5; 393,5; 381,4; 394,0; 379,0. En moyenne : + 387,1; soit + 388,0 à pression constante.

» II. *Chaleur de vaporisation.* — Trois déterminations ont donné : 7,20; 7,68; 7,40; moyenne, 7,43.

» On tire de là, pour la chaleur de combustion de l'éther liquide, + 380,6.

» Favre et Silbermann avaient donné : + 391.

» Entre les éthers méthylformique et éthylformique liquides, la différence des chaleurs de combustion est + 148,8; celle des alcools méthylique et éthylique, + 156,5; acides formique et acétique, + 130.

» III. *Chaleur spécifique.* — On a trouvé 0,510 entre 49° et 14°; 0,511 entre 53° et 14°. M. Kopp a donné 0,513 entre 39° et 20°.

» La chaleur moléculaire est 37,7.

» IV. *Chaleur de dissolution.* — A 10°, pour 74gr, 1 partie d'éther dans 40 parties d'eau : + 2,1 et + 2,1.

» V. *Chaleur de formation* :

$$C^6 + H^6 + O^4 = C^4H^4(C^2H^2O^4) \text{ dégage, éther liquide : } + 108,4;$$
$$\text{gazeux : } + 101,0; \text{ dissous : } + 110,5.$$

Nous admettrons pour l'alcool :

$$C^4 + H^6 + O^2 = C^4H^6O^2 \text{ gaz : } + 60,7; \text{ liq. : } + 70,5; \text{ dissous : } + 73,0.$$

Dès lors

$$C^4H^6O^2 + C^2H^2O^4 = C^4H^4(C^2H^2O^4) + H^2O^2 \text{ absorbe, tous corps gazeux : } - 11,1;$$
$$\text{liquides, } - 13,9; \text{ dissous, } - 13,5,$$

toutes valeurs négatives et qui surpassent les erreurs probables.

» 11. On est donc autorisé à admettre que les éthers formiques, aussi bien que l'éther acétique et les éthers oxaliques, sont formés avec absorption de chaleur, depuis l'alcool et l'acide générateurs. Cette formation, qui a lieu directement, ainsi que les équilibres qui l'accompagnent, ont été expliqués ailleurs par l'existence des hydrates et alcoolates d'acide, d'alcool et d'éther, et par l'état de dissociation de ces mêmes composés secondaires. Nous ne croyons pas utile de revenir ici sur cette théorie, nous bornant à constater d'une manière plus complète le fait lui-même de la formation endothermique des éthers des acides organiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Nouvelles Cartes de navigation, donnant à la fois la direction et la force du vent dans l'océan Indien.* Note de M. L. Brault, présentée par M. Mouchez.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« En 1874 et 1876, j'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie des Cartes météorologiques de l'Atlantique nord et de l'Atlantique sud. Les nouvelles Cartes que je lui soumets aujourd'hui embrassent l'océan Indien, et bientôt il me sera possible d'y joindre celles de l'océan Pacifique.

» L'océan Indien, au point de vue météorologique, se divise en deux parties distinctes : l'une, située au-dessus de l'équateur, comprenant la mer d'Oman, le golfe du Bengale et les mers de Chine; l'autre, au-dessous de l'équateur, s'étendant jusqu'au 60e degré de latitude sud, c'est-à-dire jusque là où commence l'océan Glacial antarctique.

» Chacune de ces deux parties a un régime spécial.

» *De la partie de l'océan Indien comprise au-dessus de l'équateur.* — C'est le pays des moussons par excellence; la mousson de nord-est et la mousson de sud-ouest y partagent l'année en deux semestres à peu près égaux. D'octobre à avril le vent de nord-est y souffle presque sans interruption, et d'avril en octobre les vents y soufflent sud-ouest, c'est-à-dire cap pour cap dans une direction contraire. Mes Cartes, jointes à celles des isobares moyennes, prouvent que pendant la mousson de sud-ouest règne sur l'Asie un minimum barométrique très accentué qui ne varie guère plus que le maximum qui règne aux Açores pendant la même saison. C'est vers le mois d'octobre qu'a lieu la convulsion atmosphérique. La fixité du mi-

nimum barométrique d'Asie est alors comme ébranlée; les vents de sud-ouest mollissent dans les mers de Chine, la mousson de nord-est commence à souffler, et il s'établit bientôt sur l'Asie un maximum barométrique qui, pendant tout l'hiver, restera aussi inébranlable que l'était le minimum d'été. On voit en outre comment varient, en direction et intensité, les deux moussons de sud-ouest et de nord-est, suivant qu'on les considère dans le golfe Persique, dans celui du Bengale ou dans les mers de Chine.

» On voit aussi ce qu'il faut entendre par cette expression de mousson de nord-ouest, qu'on a, je crois, improprement donnée aux vents qui soufflent en hiver de cette direction dans les parties équatoriales, surtout entre le 50e et le 90e degré de longitude est. Ces vents ont déjà été étudiés par l'amiral Fleuriot de Langle; mais leur position et leurs variations n'avaient point encore été, que je sache, nettement définies.

» Il existe encore une région bien remarquable, dont les nouvelles Cartes assignent les limites : je veux parler de cette partie de la mer située à l'est de Socotora, où la mousson de sud-ouest souffle en plein été avec une si grande intensité. Les bâtiments qui, en sortant du golfe d'Aden, entrent dans ces parages, peuvent, s'ils ne sont pas prévenus, croire à un véritable coup de vent. Il n'en est rien ; c'est là l'état normal et presque inexplicable de cette région, qui occupe une superficie d'au plus 100° carrés au nord, à l'est et au sud de laquelle les vents n'ont plus que l'intensité ordinaire de la mousson de sud-ouest.

» Enfin, il est à remarquer que les calmes équatoriaux n'approchent jamais de la côte d'Afrique dans la saison d'été de notre hémisphère. Quand ils n'existent pas, ils sont remplacés par des vents de sud-sud-est, sud, sud-sud-ouest, qui servent de liaison entre les alizés de sud-est de l'hémisphère austral et la mousson de sud-ouest des côtes de l'Inde. C'est alors comme une seule et même nappe atmosphérique qui glisse sur la surface des mers sur un parcours de plus de 1000 lieues, partant de la direction sud-est des côtes ouest de l'Australie, s'infléchissant dans la direction sud en passant sur l'équateur, pour venir s'engouffrer, sous forme de mousson de sud-ouest, dans le golfe du Bengale et les mers de Chine.

» *De la partie de l'océan Indien qui se trouve au-dessous de l'équateur.* — Lorsque l'on compare les données contenues dans mes Cartes de la mer des Indes à toutes celles qui ont été publiées jusqu'ici, soit sous forme de Cartes, soit sous forme de Tableaux, aussi bien sur la température de l'air que sur la pression barométrique, et qu'on ne considère que l'état général de l'atmosphère, en faisant abstraction de ces grandes commotions atmosphé-

riques qui, par moments, viennent ravager si cruellement la Réunion, on arrive à conclure que le régime des vents, dans ce grand bassin océanique, tient le milieu entre le régime des vents de l'Atlantique nord et celui des vents du Pacifique, ou plutôt participe de l'un ou de l'autre, suivant le cas.

» Cela tient à la disposition relative des terres et des mers. Dans l'Atlantique nord, où l'océan est resserré entre l'Amérique, l'Europe et l'Asie, les vents sont presque partout sous l'influence des terres environnantes; au milieu du Pacifique, au contraire, les vents se trouvent si éloignés des continents, qu'ils sont comme à l'abri de leur influence.

» Dans la partie méridionale de la mer des Indes, où l'océan est moins resserré que dans l'Atlantique nord, mais plus resserré que dans le Pacifique sud, on retrouve le régime des vents de l'Atlantique nord ou celui du Pacifique, suivant que l'influence des continents se fait plus ou moins sentir.

» Lorsque l'influence des continents sur les vents s'accentue, ce qui a lieu surtout pendant l'été de l'hémisphère sud, c'est l'état cyclonique ou anticyclonique (pour nous servir d'une expression aujourd'hui consacrée), tel que nous le voyons d'ordinaire dans l'Atlantique nord, qui règne dans cette immense étendue d'eau contenue entre l'Australie et Madagascar. Un maximum s'établit alors sur l'océan Indien méridional analogue à celui des Açores, et les vents tournent autour de ce maximum dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.

» Lorsqu'au contraire, comme en hiver, l'influence des continents diminue avec la différence de température qui existe entre la mer et la terre, c'est l'équilibre normal qui prédomine, tel qu'il existe d'ordinaire au milieu du Pacifique, et la circulation des couches inférieures de l'atmosphère s'opère alors à peu près comme l'avait dit Maury, c'est-à-dire par zones : les vents d'ouest soufflant au-dessous du 35e degré de latitude sud, séparés des alizés de sud-est par une bande de vents variables, qui, soit dit en passant, ne sont pas de folles brises, comme on le répète toujours, mais bien des brises de toute intensité.

» Ce double état de l'atmosphère dans l'océan Indien méridional prouve une fois de plus combien les météorologistes ont tort de s'en tenir à la seule considération de l'Atlantique nord de l'Europe et de l'Amérique lorsqu'il s'agit de conclure à la circulation générale de l'atmosphère à la surface du globe, question qui domine toutes les autres en Météorologie et que nous nous proposons d'aborder lorsque nous aurons étudié l'océan

Pacifique comme nous avons étudié déjà les vents des deux autres océans [1]. »

VITICULTURE. — *Sur les opérations effectuées par l'Association syndicale de l'arrondissement de Béziers, pour combattre le Phylloxera.* Lettre de M. L. JAUSSAN à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les traitements antiphylloxériques n'ont guère été entrepris dans notre arrondissement qu'en 1878. On était encore sous la fâcheuse impression de la première heure; le discrédit le plus complet pesait sur les insecticides, le remède était pire que le mal, on devait tuer la vigne.

» Néanmoins il dut se manifester quelques résultats satisfaisants, puisque, lorsque le décret du 2 août 1879 fut connu, un nombre considérable de propriétaires vint se grouper en syndicat autour de ceux qui avaient donné l'exemple. Ce mouvement fut incontestablement donné, je puis l'affirmer, par la promesse de subvention, faite par M. le Ministre de l'Agriculture.

» Que risquait-on, en effet? En admettant que la réussite ne fût pas à la hauteur des espérances conçues, ce n'était plus qu'une dépense peu onéreuse; le but à atteindre valait bien la peine de la risquer.

» Le syndicat pour la campagne 1879-80 comprenait 2120^{ha} et 144 souscripteurs répartis en 28 communes.

» Les effets obtenus furent mis dès lors à la portée d'un plus grand nombre; on put constater sur bien des points la différence qui existait entre les vignes traitées et celles qui ne l'étaient pas; l'avantage dut être en faveur des premières, puisque le syndicat formé pour la campagne 1880-81 comprend 5767^{ha} et 551 souscripteurs répartis en 53 communes.

» L'examen des listes de souscription démontre bien évidemment avec quelle intensité la lumière s'est faite.

» L'écart entre les deux années pour les contenances est bien grand, mais n'est pas, à mon avis, aussi parlant que le nombre des associés traitant surtout de petites surfaces; le Tableau ci-après vous en donnera une idée exacte.

---

(1) Qu'il me soit permis de remercier ici publiquement le savant directeur de l'Institut météorologique hollandais, M. Buys-Ballot. C'est à lui que je dois, grâce à un échange d'une trentaine de mille d'observations fait entre le Service météorologique du Dépôt et le Service météorologique d'Utrecht, d'avoir pu compléter mes Cartes pour toute la partie de la mer qui avoisine les côtes ouest et sud de l'Australie.

» J'ai divisé nos syndiqués en séries représentant la petite propriété, le cultivateur, la propriété moyenne et enfin la grande propriété, mettant en regard les traitements de 1880 et de 1881, afin que vous puissiez mieux en saisir la progression.

Détail des surfaces traitées.	SUBMERSION. Nombre de souscripteurs. 1880.	1881.	Nombre d'hectares. 1880.	1881.
De 4^ha et au-dessous...	7	13	16,50	33,50
De 5^ha à 9^ha.........	2	9	11	68
De 10^ha à 19^ha........	3	6	31	84
De 20^ha à 29^ha.........	5	4	139	97
De 40^ha et au-dessus....	2	8	135	384,40
	19	40	332,50	666,90

Détail des surfaces traitées.	SULFURE DE CARBONE. Nombre de souscripteurs. 1880.	1881.	Nombre d'hectares. 1880.	1881.	SULFOCARBONATE DE POTASSIUM. Nombre de souscripteurs. 1880.	1881.	Nombre d'hectares. 1880.	1881.
De 4^ha et au-dessous...	59	252	136	580,90	10	32	17	73
De 5^ha à 9^ha.......	18	65	120	395	2	23	12	144
De 10^ha à 19^ha.......	18	53	207	682	6	10	80	127
De 20^ha à 39^ha.......	11	36	247	975	»	9	»	267,25
De 40^ha et au-dessus...	9	29	585	1666	1	2	110	190
	115	435	1351	4298,90	19	76	219	801,25

» Ainsi, pour les insecticides surtout, nous avons cette année 5099^ha au lieu de 1570^ha en 1880, soit une surface trois fois environ plus considérable, tandis que le nombre de souscripteurs, qui était de 134, est aujourd'hui de 511, presque cinq fois plus grand.

» En étudiant encore ces chiffres à un autre point de vue, nous trouvons : 1° que la moyenne des surfaces traitées en 1880 a été par souscripteur de 12^ha,40, tandis qu'en 1881 elle n'est que de 9^ha,90; 2° que dans la première série, soit de 4^ha et au-dessous, la moyenne est de 2^ha,30; que dans la deuxième série, soit de 5^ha à 9^ha, la moyenne est de 6^ha,05; que dans la troisième série, soit de 10^ha à 19^ha, la moyenne est de 12^ha,80, et qu'en réunissant ces trois séries, que l'on peut considérer comme les types de la propriété moyenne et de la très petite propriété, nous nous trouvons en présence de 370 souscripteurs traitant en moyenne chacun 4^ha,50.

» Cela est bien significatif. Tout le monde sait que le petit propriétaire,

le cultivateur, soigne admirablement sa vigne, qu'il lui prodigue, sans compter, les façons, les fumures, mais aussi qu'il est réfractaire aux innovations. Il a le culte du passé : « C'est bon pour les riches », dit-il. Néanmoins, avec son esprit scrutateur et logique, il observe attentivement ce qui se passe autour de lui; il sourit bien un peu, mais, quand il a reconnu que là où il perdait son temps et sa peine, cette nouveauté, qu'il entendait discuter sévèrement peut-être, obtient ce qu'il n'a pu obtenir, il l'adopte sans hésiter, il en devient, on peut le dire, fanatique. Nous l'avons fait ainsi pour la pyrale; il la recherchait avec une patience sans bornes, sous les écorces, dans le raisin, sur les feuilles; aujourd'hui il ébouillante sa vigne; si elle est trop petite pour supporter les frais d'achat d'une chaudière, ils s'y mettent à plusieurs et opèrent à frais communs; quelquefois ils redoublent l'opération.

» Aujourd'hui, il ne s'est pas départi de ses habitudes; il doit avoir entrevu la vérité, car 252 cultivateurs traitent des surfaces de 4^{ha} et audessous, 193 de plus que l'an dernier.

» On a comparé l'invasion phylloxérique à la tache d'huile s'étendant graduellement du centre à la circonférence; cette comparaison, si pittoresque et si vraie, nous pouvons la revendiquer et l'appliquer aux traitements.

» En 1878, ils commencèrent sur trois points de notre arrondissement : dans la commune de Villeneuve, dans celle de Béziers et dans celle de Capestang. Ces points isolés se sont aujourd'hui rejoints tous, comme les foyers phylloxériques, et forment une immense surface où la défense est à peu près générale.

» Le Tableau suivant vous rendra ce fait bien visible.

	Nombre de souscripteurs.	
	1880.	1881.
Commune de Villeneuve	11	25
Communes contiguës de Cers, Portiragnes et Sérignan	2	14
» » de Béziers	41	71
» » de Capestang	11	101
» » de Nissan, Puisserguier et Quarante	10	89
	75	300

» 300 souscripteurs se sont groupés autour de ces trois points; les jalons d'attente posés cette année autour de ces centres d'action serviront de base aux traitements de 1882, dont l'importance sera très grande, nous

en sommes certains. Les vides existant encore se combleront, la tache d'huile aura suivi sa marche envahissante.

» Le propriétaire qui se décide à entreprendre la lutte par les insecticides fait vraiment acte de courage et de décision; on lui a tellement dit : « La lutte est impossible, tous vos efforts seront impuissants, l'argent dé» pensé le sera en pure perte, le garder est la première économie à réali» ser, » qu'il est bien excusable d'hésiter. Aussi, dès qu'il s'est résigné, est-il impatient d'être récompensé de son sacrifice, de voir se produire un résultat immédiat. Ce résultat ne se produit jamais assez vite à son gré; il espérait, à la fin de la saison, voir sa vigne splendide, tranchant par sa végétation luxuriante sur les vignes voisines et démontrant qu'il avait eu bien raison d'agir ainsi. Il n'en est rien ; elle est plus verte que les autres, mais c'est si peu de chose; il faut chercher, cela ne saute pas aux yeux. Aussi presque toujours est-il pris d'un profond découragement, et se rappelle-t-il, non sans amertume, les conseils d'économie et de prudence qui lui ont été donnés.

» A mon avis, il faut, pour entreprendre le deuxième traitement, beaucoup plus d'énergie que pour entreprendre le premier; on avait de riantes illusions, on n'en a plus; si on le fait, ce n'est que poussé par la logique et le raisonnement. J'ai éprouvé bien souvent moi-même cette lassitude et ce dégoût, en voyant, après un premier traitement, les taches primitives s'agrandir, de nouvelles se former, et pourtant j'avais la foi.

» Aussi mon sentiment est que c'est sur la seconde année de traitement que doit se concentrer toute la force d'action dont vous pouvez disposer. A la fin de la saison, l'amélioration sera assez sensible pour que l'hésitation ne soit plus permise.

» Dans l'état actuel des connaissances sur le Phylloxera, et des moyens de le combattre avec succès, il est une idée qui a bien fait son chemin, qui rendra la solution plus facile et la tâche plus aisée : c'est la conviction que pour conserver les vignes phylloxérées il faut les traiter au moment le plus rapproché de l'invasion.

» On commence à être convaincu que, avant que le mal soit apparent, il existe depuis plusieurs années : il faudrait donc agir comme pour l'oïdium alors qu'il est encore à l'état latent. Bien qu'on n'aperçoive pas encore l'insecte, il y est pourtant; aussi voyons-nous des vignes en traitement aujourd'hui qui n'avaient témoigné l'année dernière qu'un peu de jaunissement; des vignes très grandes traitées sur toute leur étendue, quoique n'ayant

qu'une tache apparente de quelques souches, d'autres enfin, traitées bien que paraissant indemnes, mais suspectes à cause de leur voisinage contaminé.

» Le jour où cette idée aura bien pénétré dans l'esprit des propriétaires, la conservation des vignes sera assurée; tous les efforts doivent donc y tendre, et ma conviction est qu'on y parviendra sûrement en insistant avec force sur les encouragements à donner pendant la première et la seconde année.

» L'État, ému des pertes occasionnées au Trésor, à la prospérité publique par la destruction d'une grande partie du vignoble français, cherche à sauver ce qui a échappé au fléau, mais qui, fatalement, devait succomber à bref délai sous ses étreintes; vous vous êtes mis à l'œuvre, et de vos travaux, de vos informations, il en est résulté pour vous la conviction que l'on pourrait conserver les vignes encore indemnes ou à un degré d'invasion peu avancé par la submersion, le sulfure de carbone, le sulfocarbonate de potassium. Mais un obstacle insurmontable s'opposait à l'emploi des insecticides : les expériences antérieures, faites à une époque où ils n'étaient pas suffisamment connus, où les conditions dans lesquelles ils doivent être employés n'étaient pas bien déterminées, avaient eu des effets négatifs et désastreux; l'insecte avait été tué il est vrai, mais la vigne avait été foudroyée aussi.

» Des études aussi remarquables que suivies démontrèrent de la façon la plus évidente qu'il pouvait en être autrement, que l'on pouvait détruire l'insecte sans occasionner aucun dommage à la vigne.

» Vous avez été si convaincu que c'était le vrai moyen, que, dans le cas où la résistance était plus grande encore, vous n'avez pas hésité à conseiller les traitements administratifs exécutés entièrement aux frais de l'État, et qui coûtaient 400fr par hectare.

» Si, par son initiative, par son aide, nos vignes sont sauvées, le vin que nous produisons remplira les caisses du Trésor et deviendra une des ressources les plus précieuses du budget. Tout d'abord cet encouragement qu'il nous accorde est immédiatement rendu par le fait seul de l'exécution du traitement insecticide. Cette somme ne fait que passer de nos mains dans celles de l'ouvrier agricole, et, si nous suivons le vin depuis sa production jusqu'au consommateur, nous arrivons à des chiffres vraiment merveilleux et surtout vrais. Les considérations suivantes pourront en donner un aperçu.

» Admettons une production de 80^{hlit} à l'hectare.

	1^{hlit} de vin paye		
	au Trésor.	aux communes.	à divers.
Droit fixe, $1^{fr},00$ } Taxe unique, $3^{fr},90$ } $4^{fr},90$	392^{fr}	»	»
Droit d'octroi à l'entrée des villes, 2^{fr}........	»	160^{fr}	
Chemin de fer, $0^{fr},01$ par kilomètre parcouru, distance moyenne parcourue, 350^{km}, $3^{fr},50$.	»	»	280^{fr}
Frais de main-d'œuvre du traitement, 80^{fr} par hectare..............................	»	»	80
	392^{fr}	160^{fr}	360^{fr}

» Ensemble 912^{fr} par hectare, et pour le syndicat de l'arrondissement de Béziers, qui comprend 5765 hectares, la somme de $5\,257\,680^{fr}$.

» Si nos vignes périssaient, qu'est-ce qui remplacerait ces 5 millions? qu'est-ce qui remplacerait ceux que donneront les départements de l'Aude, des Pyrénées-Orientales, qui suivent avec anxiété ce qui se passe chez nous pour, au premier signal, utiliser notre expérience?

» Et si l'on veut considérer un peu le mouvement de capitaux amené par tout ce qui se rattache aux industries diverses dépendant de la vigne et de son produit, on reste étonné des désastres que peut amener sa destruction.

» La classe si intéressante, si laborieuse des ouvriers agricoles y perd non seulement son aisance, mais son gagne-pain. La culture de 1 hectare en champ peut être évaluée à 300^{fr}; celle de 1 hectare en vigne, indépendamment du traitement insecticide, coûte 800^{fr} : différence, 500^{fr}, soit pour notre syndicat, $2\,882\,500^{fr}$. Que de vides, que de misères amènerait cet état de choses! »

M. Chase adresse une Note relative à l'« Astronomie cinétique ».

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

Un Anonyme adresse une Note relative au choléra, avec la devise « *Non licet omnibus adire Lutætiam* ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

MM. Lister, Ader, Gosselet, Pamard, Jacquelain, Charcot, de Vicq, Chèvremont, Lamy, Joly, Falsan, Grandidier, Halphen, Jullien, Gréhant, Birckel, Dupuis, Vinot, Vayssière, Segond, Peyraud, Stone adressent leurs remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le second Volume de la deuxième édition du « Traité de Mécanique » de M. *Ed. Collignon;*

2° Un Mémoire de M. *A. Genocchi* sur l'interpolation (*Sopra una proprieta delle funzioni interpolari*);

3° Un Opuscule de M. *Lunier,* intitulé « Des épileptiques; des moyens de traitement et d'assistance qui leur sont applicables »;

4° Un Opuscule de M. *V. Fatio,* intitulé « La guerre aux parasites en champ clos, par l'acide sulfureux »;

5° Un Rapport de M. *Eug. Marchand,* portant pour titre « Les champs d'expériences de la Société centrale d'Agriculture; résultats obtenus en 1880 »;

6° Une Brochure de M. *L. Pagel,* intitulée « Toute la vérité sur le point et sur le chronomètre ». (Cette brochure sera renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Pâris, Mouchez, Resal.)

M. L. Pagel prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Géométrie.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. Boussingault présente à l'Académie, au nom de M. *Bezançon,* le Rapport général sur les travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité, publié par ordre de M. Andrieux, député, préfet de police.

« Dans cet Ouvrage, l'auteur analyse deux mille sept cent soixante et onze Rapports spéciaux sur les maladies professionnelles, épidémiques ou contagieuses; sur les conditions d'autorisation imposées par l'Administration

aux établissements considérés comme insalubres, incommodes ou dangereux; en un mot, le Rapport rédigé par M. Bezançon est un résumé remarquable par sa lucidité, dans lequel on trouve les renseignements les plus importants sur la statistique médicale et industrielle de la ville de Paris. »

(Renvoi au Concours de Statistique.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur la surface à seize points singuliers et les fonctions* Θ *à deux variables.* Note de M. G. Darboux.

« Dans différents Mémoires insérés au Tome 83 du *Journal de M. Borchardt*, M. Cayley a signalé les rapports que présente la théorie de la surface de M. Kummer avec celle des fonctions à quatre périodes. Depuis, M. Borchardt et M. Weber sont revenus sur ce sujet, et dans de beaux travaux ils ont complété les propositions que M. Cayley avait obtenues.

» Antérieurement, M. Klein avait indiqué ([1]) des relations de même nature, et il avait montré que les coordonnées d'un point quelconque de la surface à seize points singuliers peuvent s'exprimer en fonction rationnelle et homogène de six radicaux, tels que le suivant, $\sqrt{(a_k-\rho)(a_k-\rho_1)}$, ou, ce qui est la même chose, de six fonctions Θ doubles à caractéristique impaire.

» Je me suis proposé d'approfondir la méthode proposée par M. Klein et de la comparer à celles qui sont dues particulièrement à M. Cayley et à M. Weber. Les résultats auxquels je suis parvenu me paraissent dignes d'intérêt; je vais les résumer rapidement.

» Considérons le système de coordonnées proposé par M. Klein et dans lequel une droite se détermine par six coordonnées homogènes, x_k, entre lesquelles on a la relation

$$\sum_1^6 x_k^2 = 0.$$

» On sait que, dans ce système, les droites s'associent par groupes de trente-deux que l'on obtient en changeant de toutes les manières possibles les signes d'une ou de plusieurs coordonnées. Les relations entre ces trente-deux droites ont été étudiées par M. Klein et plus récemment par M. Stephanos. On peut les résumer en disant que les trente-deux droites sont les polaires réciproques les unes des autres par rapport aux dix surfaces

([1]) *Mathematische Annalen*, t. V, 302.

du second degré représentées par les *équations complexes*

$$x_k^2 + x_h^2 + x_l^2 = 0,$$

où k, h, l sont différents. Si l'on prend pour tétraèdre de référence l'un quelconque de ceux dont les arêtes opposées sont représentées par les équations

$$x_i^2 + x_k^2 = 0, \quad x_l^2 + x_h^2 = 0, \quad x_m^2 + x_n^2 = 0,$$

où tous les indices sont différents et qui sont au nombre de 15, les équations ponctuelles de ces quadriques s'obtiendront en égalant à zéro les dix fonctions

$$\text{(A)} \left\{ \begin{array}{ccc} & x^2 + y^2 + z^2 + t^2, & \\ x^2 + t^2 - y^2 - z^2, & 2xy - 2zt, & 2xz + 2yt, \\ 2xy + 2zt, & y^2 + t^2 - x^2 - z^2, & 2yz - 2xt, \\ 2xz - 2yt, & 2yz + 2xt, & z^2 + t^2 - x^2 - y^2. \end{array} \right.$$

» On reconnaît dans ces expressions les numérateurs et le dénominateur commun des coefficients d'une substitution orthogonale à trois variables. Deux quelconques des dix surfaces se coupent suivant quatre droites. Chacune d'elles est à elle-même sa propre polaire réciproque par rapport aux neuf autres, etc. [1].

» Cela posé, considérons tous les complexes du second ordre représentés par l'équation

$$\sum_1^6 \frac{x_k^2}{a_k - \lambda} = 0.$$

M. Klein a montré qu'ils auront tous, quel que soit λ, pour surface des singularités la même surface de Kummer. Si l'on pose

$$f(u) = (u - a_1)\ldots(u - a_6),$$

$$x_k = \frac{(a_k - \sigma)\sqrt{(a_k - \rho)(a_k - \rho_1)}}{\sqrt{f'(a_k)}} = \frac{a_k - \sigma}{\sqrt{f'(a_k)}} y_k,$$

les coordonnées x_k représenteront, quand on y fera varier σ, les tangentes en un point déterminé de la surface de Kummer; les coordonnées de ce point seront, par conséquent, des fonctions rationnelles et homogènes des six quantités y_k. Les équations $\rho = \text{const.}$, $\rho_1 = \text{const.}$ représentent, d'après les

---

[1] Stephanos, *Sur les systèmes desmiques de trois tétraèdres* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, t. III, 2e série, p. 424-456).

belles recherches de MM. Klein et Lie, les lignes asymptotiques de la surface. Quant aux quantités y_k, on peut les remplacer par les six fonctions Θ doubles à caractéristique impaire qui leur sont proportionnelles. Les coordonnées d'un point de la surface s'expriment donc rationnellement au moyen de ces six fonctions; c'est là le fait important mis en lumière par M. Klein et qui est analogue à la proposition que j'avais déjà fait connaître dans cet ordre de recherches, relativement à la surface générale du troisième ordre.

» M. Klein s'est borné aux indications qui précèdent; il restait à obtenir d'une manière effective les expressions des coordonnées. C'est en effectuant cette recherche que j'ai obtenu le résultat suivant, qui vient compléter la méthode précédente : *Pour obtenir les expressions des coordonnées, il suffira d'égaler les dix fonctions* (A) *aux dix fonctions* Θ *à caractéristique paire, prises dans un ordre convenable et multipliées par des constantes.* Une fois les fonctions (A) connues, on peut obtenir de bien des manières les rapports de x, y, z, t; le problème que je m'étais proposé est donc résolu.

» Dans la représentation de M. Cayley, les courbes $\rho =$ const., $\rho_1 =$ const. sont des sections planes dont les plans passent par un des points singuliers et y enveloppent le cône des tangentes en ce point. On peut *obtenir seize représentations de ce genre*. On les déduira de la précédente par la bissection des fonctions hyperelliptiques.

» Après avoir donné une idée nécessairement un peu incomplète de la méthode que j'ai suivie, je ferai connaître, en terminant, quelques-uns des résultats auxquels elle m'a conduit.

» Il existe trente systèmes de quadriques admettant pour enveloppe la surface de Kummer. Les surfaces de chacun de ces systèmes passent par huit points singuliers et sont tangentes à huit plans singuliers. A chacun des systèmes correspondent quatre équations irrationnelles de la surface, ce qui donne en tout les cent vingt équations irrationnelles de M. Weber. A chacun des systèmes précédents on peut en *associer* un autre qui est formé de surfaces ne passant pas par les points singuliers communs aux surfaces du premier système [1].

---

[1] Ce mode d'association des systèmes a déjà été signalé, pour ce qui concerne les droites d'un système de rayons rectilignes du second degré et de seconde classe, par M. Caporali, dans un travail sur les complexes du second degré, inséré dans les *Atti* de l'Académie royale des Lincei de 1878.

» *Deux surfaces appartenant à des systèmes associés se coupent suivant quatre droites. Les surfaces de deux systèmes associés tangentes en un même point* M *de la surface lui sont inscrites suivant des courbes dont les tangentes en* M *sont des tangentes conjuguées.* On peut ainsi obtenir en chaque point quinze systèmes de droites conjuguées, ce qui est plus que suffisant pour la détermination de l'indicatrice.

» Laissant de côté d'autres résultats, j'appliquerai la proposition précédente à la surface des ondes.

» Considérons un point M de la surface et trois quadriques quelconques passant par les quatre points singuliers à l'infini et les quatre points singuliers du plan des yz. Les plans polaires du point M par rapport à ces trois surfaces se coupent en un point P'_x. De même, prenons trois quadriques quelconques passant par les huit points singuliers situés dans les plans des yx et des zx. Les plans polaires de M par rapport à ces trois surfaces se coupent en un point P''_x. Cela posé, le plan $MP'_xP''_x$, qui peut se construire, on le voit, avec la règle, est le plan tangent en M et les droites MP'_x, MP''_x sont conjuguées. On aura de même deux autres systèmes de tangentes conjuguées réelles.

» Comme la surface de Kummer, la surface des ondes est à elle-même sa propre polaire réciproque par rapport à dix surfaces du second degré. Ce sont les quatre surfaces à centre signalées par Plücker et six paraboloïdes qui passent au centre de la surface et y sont tangents par couples de deux à l'un des plans principaux de la surface. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le déterminant fonctionnel d'un nombre quelconque de formes binaires.* Note de M. C. **Le Paige**, présentée par M. Hermite.

« Voici la démonstration de deux formules de réduction très générales, concernant des déterminants fonctionnels de plusieurs formes algébriques, et dont un cas très particulier seulement, relatif à deux formes, a été signalé par Clebsch.

» Pour simplifier les écritures, considérons, par exemple, les trois formes

$$f = a_x^6 = (a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6)(x, y), \quad \varphi = b_x^5, \quad \psi = c_x^4,$$

et formons le déterminant fonctionnel

$$C = \begin{vmatrix} \frac{d^2 f}{dx^2} & \frac{d^2 f}{dx\,dy} & \frac{d^2 f}{dy^2} \\ \frac{d^2 \varphi}{dx^2} & \frac{d^2 \varphi}{dx\,dy} & \frac{d^2 \varphi}{dy^2} \\ \frac{d^2 \psi}{dx^2} & \frac{d^2 \psi}{dx\,dy} & \frac{d^2 \psi}{dy^2} \end{vmatrix}.$$

» Par des transformations fort simples et en faisant abstraction d'un facteur numérique, ce déterminant peut s'écrire

$$\begin{vmatrix} y^3 & -y^2 x & y x^2 & -x^3 \\ a_0 x^3 + 3a_1 x^2 y + 3a_2 x y^2 + a_3 y^3 & a_1 x^3 + \ldots + a_4 y^3 & a_2 x^3 + \ldots + a_5 y^3 & a_3 x^3 + \ldots + a_6 y^3 \\ b_0 x^2 + 2b_1 x y + b_2 y^2 & b_1 x^2 + \ldots + b_3 y^2 & b_2 x^2 + \ldots + b_4 y^2 & b_3 x^2 + \ldots + b_5 y^2 \\ c_0 x - c_1 y & c_1 x + c_2 y & c_2 x + c_3 y & c_3 x + c_4 y \end{vmatrix}$$

En le multipliant rangée par rangée par le déterminant

$$9C = \begin{vmatrix} x^3 & 3x^2 y & 3xy^2 & x^3 \\ a_3 x^3 + \ldots + a_6 y^3 & -3(a_2 x^3 + \ldots + a_5 y^3) & \ldots\ldots & -(a_0 x^3 + \ldots + a_3 y^3) \\ b_3 x^2 + \ldots + b_5 y^2 & -3(b_2 x^2 + \ldots + b_4 y^2) & \ldots\ldots & -(b_0 x^2 + \ldots + b_2 y^2) \\ c_3 x + c_4 y & -3(c_2 x + c_3 y) & \ldots\ldots & -(c_0 x + c_1 y) \end{vmatrix},$$

on trouve

$$9C^2 = \begin{vmatrix} 0 & f & \varphi & \psi \\ f & 0 & (ab)^3 a_x^3 b_x^2 & (ac)^3 a_x^3 c \\ \varphi & (ba)^3 b_x^2 a_x^3 & 0 & (bc)^3 b_x^2 c_x \\ \psi & (ca)^3 c_x a_x^3 & (cb)^3 c_x b_x^2 & 0 \end{vmatrix}.$$

Le second membre peut être mis aisément sous forme d'un déterminant symétrique gauche d'ordre pair.

» Par suite, on aura

$$3C = f(bc)^3 b_x^2 c_x + \varphi(ca)^3 c_x a_x^3 + \psi(ab)^3 a_x^3 b_x^2.$$

» En conséquence, on peut énonçer ce théorème général :

» *Le déterminant fonctionnel de $2k+1$ formes dont le degré est supérieur à $2k$ est une fonction linéaire de ces formes, fonction dont les coefficients sont des sommes de produits de covariants linéo-linéaires de ces mêmes formes prises deux à deux.*

» On a de même :

» *Le déterminant fonctionnel de $2k$ formes binaires dont le degré est supérieur à $2k-1$, est une fonction quadratique de ces formes, fonction dont les coefficients sont des sommes de produits de covariants linéo-linéaires des formes prises deux à deux et de covariants du second ordre des formes prises isolément.*

» Pour $k=1$, on obtient un théorème de Clebsch, exprimé par l'égalité

$$[(f, \varphi)]^2 = -\tfrac{1}{2}(\mathrm{M}f^2 - 2\mathrm{N}f\varphi + \mathrm{M}'\varphi^2). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition en facteurs primaires des fonctions uniformes ayant une ligne de points singuliers essentiels.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« On connaît le théorème si important de M. Weierstrass sur la décomposition en facteurs primaires des fonctions entières. Je me propose de traiter ici une question analogue, relative aux fonctions uniformes $G(z)$, continues pour tous les points du plan, à l'exception de ceux qui sont situés sur un cercle de rayon R ayant l'origine pour centre; la fonction pourra avoir sur ce cercle une infinité de points singuliers essentiels distribués d'une manière quelconque.

» Soit une suite de quantités

$$\text{(I)} \qquad A_1,\ A_2,\ \ldots,\ A_n,\ \ldots,$$

telles que, en posant $A_n = \rho_n e^{i\alpha_n}$, ρ_n étant le module et α_n l'argument de A_n, on ait

$$|\rho_n - \mathrm{R}| \geqq |\rho_{n+1} - \mathrm{R}|,$$

où l'on désigne d'une manière générale le module de M par $|\mathrm{M}|$, et, de plus, $\lim \rho_n = \mathrm{R}$ pour n infini.

» Nous allons montrer que l'on peut former une fonction de la nature des fonctions $G(z)$, ayant pour racines tous les termes de la suite (I).

» Posons $B_n = \mathrm{R}e^{i\alpha_n}$; je distinguerai trois cas :

» 1° Supposons d'abord la série dont le terme général est $|\rho_n - \mathrm{R}|$ convergente. On pourra prendre, dans ce cas,

$$G(z) = \prod_{n=1}^{n=\infty} \frac{z - A_n}{z - B_n}.$$

» 2° Supposons ensuite que l'on puisse trouver un entier positif m tel que la série dont le terme général est $|\rho_n - R|^m$ soit convergente; on pourra prendre, alors

$$G(z) = \prod_{n=1}^{n=\infty} \frac{z - A_n}{z - B_n} e^{f_n(z)},$$

où

$$f_n(z) = \frac{A_n - B_n}{z - B_n} + \frac{1}{2} \frac{(A_n - B_n)^2}{(z - B_n)^2} + \cdots + \frac{1}{m-1} \frac{(A_n - B_n)^{m-1}}{(z - B_n)^{m-1}}.$$

» 3° Enfin, dans le cas le plus général, sans faire aucune hypothèse particulière, on pourra prendre

$$G(z) = \prod_{n=1}^{n=\infty} \frac{z - A_n}{z - B_n} e^{F_n(z)},$$

où

$$F_n(z) = \frac{A_n - B_n}{z - B_n} + \frac{1}{2} \frac{(A_n - B_n)^2}{(z - B_n)^2} + \cdots + \frac{1}{n-1} \frac{(A_n - B_n)^{n-1}}{(z - B_n)^{n-1}}.$$

» Si l'on fait dans ces calculs $R = 0$, on retombe sur les formes données par M. Weierstrass.

» On voit que, dans les expressions précédentes, à une racine A_n on fait correspondre un point B_n du cercle, tel que $\lim |A_n - B_n| = 0$ pour n infini. Nous avons choisi plus haut $B_n = Re^{i\alpha_n}$; mais ce choix peut évidemment être fait d'une infinité de manières, et l'on peut, suivant lui, obtenir des résultats de formes très diverses.

» Je donnerai un exemple d'un autre choix des quantités B_n en traitant la question dans le cas où l'expression générale des racines est

$$A = \frac{b + c - (a - d)i}{a + d + (b - c)i},$$

a, b, c, d étant quatre entiers réels satisfaisant à la relation $ad - bc = 1$; on a ici $R = 1$.

» Nous prendrons

$$B = \frac{b + di}{d + bi},$$

et l'on aura

$$|A - B| = \frac{2}{\sqrt{(b^2 + d^2)(a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + 2)}}.$$

» La série multiple dont le terme général est $|A - B|^2$, a, b, c, d pouvant prendre toutes les valeurs entières possibles satisfaisant à la relation $ad - bc = 1$, est convergente : c'est ce que l'on reconnaît en considérant

comme limite supérieure de la somme une intégrale triple convenable dont la valeur reste finie quand les limites deviennent infinies. On pourra, par conséquent, poser

$$G(z) = \Pi \frac{z - A}{z - B} e^{\frac{A-B}{z-B}},$$

ce produit multiple, où a, b, c et d peuvent prendre toutes les valeurs entières satisfaisant à la relation $ad - bc = 1$, étant *absolument* convergent pour tout point z non situé sur le cercle de rayon 1.

» On voit combien cette indétermination des quantités B permettra de donner des formes diverses à la décomposition en facteurs primaires des fonctions $G(z)$ et donne à celle-ci un caractère tout autre qu'à la décomposition des fonctions entières. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles.* Note de MM. **Picard** et **Appell**, présentée par M. Hermite.

« Le théorème que M. Picard a indiqué, pour les équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques ([1]), peut être étendu à certaines équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles, dont les coefficients sont des fonctions de p variables à $2p$ groupes de périodes conjuguées.

» Soient d'abord deux équations simultanées du second ordre

$$(1) \quad \begin{cases} r = a_1 s + a_2 p + a_3 q + a_4 z, \\ t = b_1 s + b_2 p + b_3 q + b_4 z, \end{cases}$$

de la forme de celles qui ont été considérées par M. Appell ([2]) et auxquelles s'appliquent les théorèmes contenus dans les §§ II et IV des deux Notes en question. Les coefficients a_i et b_i des équations (1) sont supposés être des fonctions uniformes des deux variables indépendantes x et y à quatre paires de périodes conjuguées α_i et β_i ($i = 1, 2, 3, 4$). Imaginons que l'on ait constaté que l'intégrale générale z des équations (1) est une fonction uniforme de x et y n'ayant à distance finie aucun point singulier essentiel [voir, pour la classification des points singuliers de fonctions de plusieurs variables, le Mémoire de M. Weierstrass, *Untersuchungen über*

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 128, 293.
([2]) *Ibid.*, p. 296, 731.

die 2r-fach periodischen Functionen von r. Veränderlichen (*Journal de Crelle*, t. 89)]. Pour constater ces propriétés de l'intégrale générale, on pourra, par exemple, former les deux équations différentielles linéaires du quatrième ordre à une variable indépendante auxquelles satisfait respectivement z, considéré comme fonction de x seul ou de y seul, et l'on appliquera à ces équations les méthodes de M. Fuchs.

» Cela posé, soit $F(x,y)$ une fonction intégrale des équations (1); les fonctions

$$F(x+\alpha_1, y+\beta_1),\quad F(x+\alpha_2, y+\beta_2),$$
$$F(x+\alpha_3, y+\beta_3),\quad F(x+\alpha_4, y+\beta_4)$$

sont aussi des intégrales, et l'on a

$$(2)\qquad \sum_{k=0}^{k=4} A_k F(x+k\alpha_1, y+k\beta_1) = 0,$$

les A_k étant des constantes. Si, alors, on pose

$$\Phi_1(x,y) = \sum_{k=0}^{k=3} \lambda_k F(x+k\alpha_1, y+k\beta_1),$$

cette fonction $\Phi_1(x,y)$ est encore une intégrale, et l'on pourra toujours déterminer les constantes λ_k de façon que l'on ait

$$\Phi_1(x+\alpha_1, y+\beta_1) = \mu_1 \Phi_1(x,y),$$

μ_1 étant un facteur constant. Prenant alors la fonction $\Phi_1(x,y)$ pour fonction intégrale, on lui appliquera, à l'égard du second couple de périodes α_2 et β_2, le raisonnement précédent, et l'on formera une intégrale $\Phi_2(x,y)$ telle que

$$\Phi_2(x+\alpha_1, y+\beta_1) = \mu_1 \Phi_2(x,y),\quad \Phi_2(x+\alpha_2, y+\beta_2) = \mu_2 \Phi_2(x,y).$$

On prendra alors $\Phi_2(x,y)$ pour fonction intégrale, et, en continuant de cette façon, on obtiendra finalement une fonction intégrale $\Phi(x,y)$ telle que

$$\Phi(x+\alpha_i, y+\beta_i) = \mu_i \Phi(x,y)\ (i = 1, 2, 3, 4).$$

» Imaginons, en particulier, que les périodes α_i et β_i soient les périodes normales d'intégrales abéliennes normales de première espèce relatives à

une courbe algébrique du genre 2 :

$$(3)\qquad \begin{cases} \alpha_1 = 2\pi i, & \beta_1 = 0 \\ \alpha_2 = 0, & \beta_2 = 2\pi i \\ \alpha_3 = 2a_{11}, & \beta_3 = 2a_{12} \\ \alpha_4 = 2a_{21}, & \beta_4 = 2a_{22} \end{cases} \quad (a_{12} = a_{21}),$$

et soit $\Theta(x, y)$ une des fonctions Θ de deux variables correspondantes. Si l'on fait

$$\Psi(x, y) = e^{h_1 x + h_2 y} \frac{\Theta(x + g_1, y + g_2)}{\Theta(x, y)},$$

on pourra déterminer les constantes h_1, h_2, g_1, g_2 de manière que le rapport $\frac{\Phi(x, y)}{\Psi(x, y)}$ soit une fonction uniforme de x et y possédant les couples de périodes (3) et n'ayant à distance finie aucun point singulier essentiel. Or, une pareille fonction est une fonction abélienne et peut s'exprimer à l'aide des fonctions Θ. Dans ce cas, l'intégrale $\Phi(x, y)$ peut donc être formée au moyen de fonctions Θ. On n'a plus ici, comme dans le cas des fonctions doublement périodiques de seconde espèce, la ressource d'une décomposition en éléments simples pour faciliter la détermination de cette intégrale.

» Mais il est un autre cas particulier où il existe une pareille décomposition : c'est lorsque les quatre couples de périodes satisfont aux conditions $\alpha_3 = \alpha_4 = 0$, $\beta_1 = \beta_2 = 0$. Dans ce cas, les coefficients a_i et b_i des équations (1) sont des fonctions doublement périodiques de x aux périodes α_1 et α_2 et de y aux périodes β_3 et β_4, et l'expression de l'intégrale $\Phi(x, y)$ s'obtiendra à l'aide de fonctions θ d'une variable. Du reste, on pourra, dans ce cas, appliquer la méthode de M. Picard aux équations différentielles linéaires du quatrième ordre auxquelles satisfait z, considéré comme fonction d'une seule variable x ou y, car les coefficients de ces équations sont alors des fonctions uniformes doublement périodiques de cette seule variable.

» Les raisonnements et les résultats précédents s'étendent facilement à des équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles pouvant se ramener à des équations linéaires simultanées aux différentielles totales de la forme

$$dz_i = (a_{i1} z_1 + \ldots + a_{in} z_n)\, dx_1 + \ldots + (l_{i1} z_1 + \ldots + l_{in} z_n)\, dx_p,$$

où i prend successivement les valeurs $1, 2, \ldots, n$, et où les coefficients a_{ik}, b_{ik}, $\ldots$, l_{ik} sont des fonctions uniformes des p variables indépendantes x_1, x_2, $\ldots$, x_p à $2p$ groupes de périodes. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les polygones générateurs d'une relation entre plusieurs variables imaginaires.* Note de M. L. LECORNU.

« Étant donnée une relation $f(z_1, z_2, \ldots, z_n) = 0$ entre plusieurs variables imaginaires, si l'on marque sur un plan, par rapport à deux axes rectangulaires, les affixes des n variables, on obtient un polygone qu'on peut appeler *polygone générateur* de la relation donnée. Si l'on cherche à faire en sorte que le polygone se déplace sans déformation, on trouve qu'il est, en général, possible d'y parvenir d'une seule façon, par la rotation autour d'un centre instantané dont la position est donnée par

$$Z = \frac{\Sigma p z}{\Sigma p},$$

p étant la dérivée partielle de f par rapport à z.

» Si l'on cherche simplement à faire en sorte que le polygone reste semblable à lui-même, on trouve que cela est possible d'une infinité de façons, et l'on est conduit au théorème suivant :

» *En partant d'un polygone générateur quelconque, il y a lieu de considérer deux familles de courbes décrites par chaque sommet. Les unes sont les trajectoires correspondant à un mouvement de déplacement sans déformation (conservation des modules des côtés et de la différence de leurs arguments); les autres sont les trajectoires correspondant à une variation de longueur des côtés, sans changement de leur direction ni de leurs rapports (conservation des arguments et des rapports des modules). Les deux espèces de courbes sont orthogonales. Les trajectoires de chaque sommet forment un système isotherme, dont le paramètre différentiel est égal à l'inverse du rayon vecteur issu du centre instantané. Le centre instantané décrit lui-même, pendant les mêmes mouvements, un système de lignes isothermes.*

» Autour des positions pour lesquelles les n points se confondent, les trajectoires ont la forme d'anneaux infiniment petits, rencontrés à angle droit par des courbes convergentes.

» L'analogie de la formule écrite ci-dessus avec celle qui détermine le point d'application de la résultante de forces parallèles p, appliquées à des

points quelconques z, conduit à assimiler chaque dérivée partielle p à une force agissant au point z. En considérant l'équation $f = 0$ comme une liaison mécanique entre les points z, on trouve ce théorème :

» *Le polygone générateur est en équilibre sous l'action des forces p et de la liaison f. La résultante des forces p passe par le centre instantané.*

» Il est aisé de voir qu'en multipliant $f = 0$ par un facteur quelconque, différent de zéro, on peut, sans changer la position des points z, faire tourner les quantités p d'un même angle autour de ces points. Cette opération ne modifie pas la position du centre instantané, par lequel passe toujours la résultante. On retrouve ainsi, dans un cas particulier, une propriété connue des systèmes de forces appliqués à un système solide.

» Les équations de la forme $f = 0$, en vertu desquelles l'un des sommets décrit le même système de trajectoires, ont entre elles une liaison étroite. Si l'on considère, par exemple, les cas de deux variables, on peut voir que, si deux équations $f(z_1, z_2) = 0$, $f'(z_1, z'_2) = 0$ sont telles que les trajectoires de z_1 soient les mêmes, le rapport $\frac{z'_2 - z_1}{z_2 - z_1}$ est constant, ce qui veut dire que le triangle formé par les trois points z_1, z_2, z'_2 est partout semblable à lui-même. Si $\chi(z_1)$ est, en chaque point z_1, le paramètre différentiel des trajectoires de ce point, la forme générale de f est

$$(z_1 - z_2)e^{m\int\frac{dz}{\chi(z_1)}} = C,$$

m et C étant deux constantes arbitraires.

» En particulier, les relations pour lesquelles toutes les trajectoires de z_1 sont circulaires sont données par

$$(z_1 - z_2)\left(\frac{a + z_1}{b - z_1}\right)^m = C,$$

a et b étant deux autres constantes arbitraires.

» Lorsqu'une ou plusieurs des quantités p s'annulent, on obtient des particularités dignes d'intérêt. Nous nous bornerons à énoncer ici la propriété suivante :

» *Les polygones singuliers d'ordre inférieur au nombre des sommets moins un peuvent être distribués en groupes similaires.*

» Par polygone singulier d'ordre k, nous entendons un polygone pour lequel k quantités p s'annulent, et nous appelons *groupe similaire* l'ensemble des polygones semblables à un polygone donné. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Solution d'un problème général sur les séries.* Note de M. D. André.

« Le problème que je me suis proposé peut s'énoncer ainsi :

» *Étant donnée une série convergente*

$$(1)\qquad u_0 + u_1 x + u_2 x^2 + u_3 x^3 + \ldots,$$

ordonnée suivant les puissances ascendantes d'une variable x, on en multiplie tous les termes par les termes de mêmes rangs d'une série récurrente proprement dite

$$(2)\qquad v_0 + v_1 + v_2 + v_3 + \ldots;$$

on suppose que la série obtenue

$$(3)\qquad u_0 v_0 + u_1 v_1 x + u_2 v_2 x^2 + u_3 v_3 x^3 + \ldots$$

est convergente, et l'on demande d'exprimer la somme de cette dernière série (3) en fonction de la somme de la série primitive (1).

» Ce problème est très général, car, en dehors des hypothèses faites sur la convergence des séries (1) et (3), rien n'y particularise ni la série primitive (1) ni la série récurrente (2), dont les termes servent de multiplicateurs. J'ai déjà, à plusieurs reprises, étudié ce problème. Je l'ai résolu, par des moyens divers, dans trois cas particuliers ([1]). Récemment, par un moyen unique et plus simple que tous ceux que j'avais auparavant employés, je suis parvenu à le résoudre dans sa pleine généralité. C'est la solution générale que j'ai obtenue que je vais exposer dans la présente Note.

» Mais, d'abord, je dois rappeler l'expression du terme général v_n de la série récurrente considérée. Si l'on désigne par r l'une quelconque des racines de l'équation génératrice de cette série récurrente et par ρ le degré de multiplicité de cette racine, ce terme général v_n est déterminé par l'égalité

$$v_n = \Sigma \xi_r(n) r^n,$$

dans laquelle le signe Σ s'étend à toutes les racines de l'équation génératrice, et où $\xi_r(n)$ représente un polynôme entier en n, correspondant à la racine r, du degré $\rho - 1$, que nous pouvons supposer donné sous cette

([1]) *Comptes rendus*, séances des 22 avril 1878, 16 décembre 1878, 7 avril 1879.

forme

$$\xi_r(n) = P_{r,0} + P_{r,1}n + P_{r,2}n^2 + \ldots + P_{r,\rho-1}n^{\rho-1}.$$

» Cela étant, il est clair que la série (3) est la somme de plusieurs séries partielles qui correspondent respectivement aux diverses racines de l'équation génératrice. Si donc nous appelons $F(x)$ la somme de la série (3) et $\Phi_r(x)$ celle de la série partielle qui correspond à la racine r, nous avons, en étendant encore le signe Σ à toutes les racines de l'équation génératrice,

$$F(x) = \Sigma\,\Phi_r(x), \tag{4}$$

et tout le problème est ramené à la détermination de $\Phi_r(x)$.

» Cette détermination est facile. En effet, si l'on désigne par $f(x)$ la somme de la série primitive (1), que l'on représente par $f'(x)$, $f''(x)$, $f'''(x)$, ..., les dérivées successives de la fonction $f(x)$; enfin que l'on pose

$$h!\,Q_{r,h} = \Delta^h 0^h P_{r,h} + \Delta^h 0^{h+1} P_{r,h+1} + \ldots + \Delta^h 0^{\rho-1} P_{r,\rho-1},$$

on a identiquement

$$\Phi_r(x) = Q_{r,0}f(rx) + Q_{r,1}rxf'(rx) + Q_{r,2}r^2x^2f''(rx) + \ldots + Q_{r,\rho-1}r^{\rho-1}x^{\rho-1}f^{(\rho-1)}(rx).$$

» Cette formule, jointe à celle (4) qui précède, nous fait connaître l'expression de $F(x)$; elle résout le problème que je m'étais proposé, et l'on voit qu'elle le résout dans toute sa généralité. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à intégrales algébriques.* Note de M. **H. Poincaré**.

« Pour rechercher quelles sont les équations différentielles linéaires dont toutes les intégrales sont algébriques, il faut d'abord déterminer les groupes de substitutions linéaires qui ne se composent que d'un nombre fini de substitutions. Dans un travail inséré dans les *Mémoires de l'Académie de Naples*, M. Jordan donne une méthode générale pour résoudre ce problème, et il applique sa méthode aux équations des quatre premiers ordres. Connaissant ces groupes de substitutions linéaires en nombre fini, il faut ensuite former les équations différentielles correspondantes. M. Jordan insiste peu sur ce point. Je désirerais attirer l'attention sur quelques propriétés de ces équations.

» Bornons-nous au troisième ordre, pour fixer les idées. Envisageons

l'un des groupes découverts par M. Jordan; supposons que ce groupe G soit composé de n opérations, qui consistent à changer respectivement x, y, z en

$$\begin{gathered} a_i x + b_i y + c_i z, \\ a'_i x + b'_i y + c'_i z, \\ a''_i x + b''_i y + c''_i z, \end{gathered}$$

$i = 1, 2, \ldots, n$.

» Soit

$$H(\xi, \eta) = \frac{\alpha\xi + \beta\eta + \gamma}{\alpha'\xi + \beta'\eta + \gamma'}, \quad H_1(\xi, \eta) = \frac{\alpha_1\xi + \beta_1\eta + \gamma_1}{\alpha'_1\xi + \beta'_1\eta + \gamma'_1}.$$

» Soient A_i, B_i, C_i, A'_i, B'_i, C'_i, A''_i, B''_i, C''_i des quantités proportionnelles à a_i, b_i, c_i, a'_i, b'_i, c'_i, a''_i, b''_i, c''_i et telles que le déterminant

$$\begin{vmatrix} A_i & B_i & C_i \\ A'_i & B'_i & C'_i \\ A''_i & B''_i & C''_i \end{vmatrix} = 1.$$

» Soient

$$x = \sum_{i=1}^{i=n} H\left(\frac{A_i\xi + B_i\eta + C_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i}, \frac{A'_i\xi + B'_i\eta + C'_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i}\right),$$

$$y = \sum_{i=1}^{i=n} H_1\left(\frac{A_i\xi + B_i\eta + C_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i}, \frac{A'_i\xi + B'_i\eta + C'_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i}\right).$$

» Il est clair que x et y sont des fonctions rationnelles qui ne changent pas quand on change ξ et η en

$$\xi_i = \frac{A_i\xi + B_i\eta + C_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i}, \quad \eta_i = \frac{A'_i\xi + B'_i\eta + C'_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i},$$

et que toute fonction rationnelle de ξ et de η qui ne change pas quand on change ξ et η en ξ_i et η_i sera une fonction rationnelle de x et de y.

» Si D est le déterminant fonctionnel de x et de y par rapport à ξ et à η, les trois fonctions

$$z_1 = \xi\sqrt[3]{D}, \quad z_2 = \eta\sqrt[3]{D}, \quad z_3 = \sqrt[3]{D}$$

se changeront respectivement en

$$\begin{gathered} A_i z_1 + B_i z_2 + C_i z_3, \\ A'_i z_1 + B'_i z_2 + C'_i z_3, \\ A''_i z_1 + B''_i z_2 + C''_i z_3 \end{gathered}$$

quand ξ et η se changeront en ξ_i et η_i.

» Posons, pour abréger,

$$D_{m_1 m_2} z_i = \frac{d^{m_1+m_2} z_i}{dx^{m_1} dy_{m_2}};$$

le déterminant

$$\begin{vmatrix} D_{m_1 p_1} z_1 & D_{m_1 p_1} z_2 & D_{m_1 p_1} z_3 \\ D_{m_2 p_2} z_1 & D_{m_2 p_2} z_2 & D_{m_2 p_2} z_3 \\ D_{m_3 p_3} z_1 & D_{m_3 p_3} z_2 & D_{m_3 p_3} z_3 \end{vmatrix}$$

ne changera pas quand on changera ξ et η en ξ_i et η_i, et sera par conséquent une fonction rationnelle de x et de y.

» Il en résulte que

$$z = z_1, \quad z = z_2, \quad z = z_3$$

sont trois intégrales particulières d'une infinité d'équations aux différences partielles à coefficients rationnels. Ces équations s'écrivent

$$(1) \qquad \begin{vmatrix} D_{m_1 p_1} z & D_{m_1 p_1} z_1 & D_{m_1 p_1} z_2 & D_{m_1 p_1} z_3 \\ D_{m_2 p_2} z & D_{m_2 p_2} z_1 & D_{m_2 p_2} z_2 & D_{m_2 p_2} z_3 \\ D_{m_3 p_3} z & D_{m_3 p_3} z_1 & D_{m_3 p_3} z_2 & D_{m_3 p_3} z_3 \\ D_{m_4 p_4} z & D_{m_4 p_4} z_1 & D_{m_4 p_4} z_2 & D_{m_4 p_4} z_3 \end{vmatrix} = 0.$$

$m_1, p_1, m_2, p_2, m_3, p_3, m_4, p_4$ sont des entiers positifs quelconques; il est clair que les coefficients des différentes dérivées partielles de z sont rationnels en x et en y. Si l'on fait, en particulier, dans l'équation (1),

$$\begin{aligned} m_1 &= 0, & p_1 &= 0, \\ m_2 &= 1, & p_2 &= 0, \\ m_3 &= 2, & p_3 &= 0, \\ m_4 &= 3, & p_4 &= 0, \end{aligned}$$

elle prendra la forme

$$B_3 \frac{d^3 z}{dx^3} + B_2 \frac{d^2 z}{dx^2} + B_1 \frac{dz}{dx} + B_0 z = 0.$$

» Les B seront des polynômes entiers en x et y. Si l'on donne à y une valeur constante quelconque, on obtiendra une équation linéaire du troisième ordre, dont tous les coefficients seront rationnels et dont les intégrales seront les fonctions algébriques z_1, z_2, z_3.

» *Conséquence.* — A chacun des groupes définis par M. Jordan, correspondent une infinité d'équations linéaires du second ordre. Dans chacune de ces équations, les coefficients sont rationnels par rapport à la

variable indépendante x et à un paramètre arbitraire y. Si l'on considère les trois intégrales z_1, z_2 et z_3 de cette équation comme fonctions de x et de y, ce seront des fonctions algébriques de ces variables, et elles satisferont non seulement à l'équation proposée, mais à une infinité d'équations aux dérivées partielles à coefficients rationnels, à savoir les équations (1).

» Je ne me suis restreint au troisième ordre que pour fixer les idées; les résultats sont vrais pour tous les ordres. »

ASTRONOMIE. — *Sur la distribution de l'énergie dans le spectre solaire normal.* Note de M. S.-P. Langley. (Extrait par M. Faye.)

« J'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie quelques observations au sujet de l'absorption que l'atmosphère du Soleil exerce sur la radiation de cet astre; on trouvera, par exemple (t. LXXX, p. 820), cette conclusion remarquable que cette atmosphère est bien plus transparente pour la chaleur que pour la lumière, et cette autre que les divers rayons du spectre sont d'autant plus absorbés que leur réfrangibilité est plus grande (t. LXXXI, p. 437).

» Il ne suffirait donc pas, pour étudier l'absorption, de mesurer, en deux points inégalement éloignés du centre, les intensités lumineuses ou calorifiques (Laplace, *Méc. cél.*, liv. X, ch. III). En employant cette méthode, avec les formules correctes de M. Faye ou de M. Roche, appliquées aux observations les plus soignées, je n'ai pas réussi à trouver deux couples de valeurs donnant le même résultat, en dedans des limites permises de l'erreur.

» La difficulté tient uniquement à ce que l'on considère, dans cette théorie, l'atmosphère comme étant composée de couches homogènes dont le pouvoir absorbant varie de l'une à l'autre suivant une loi donnée, sans distinguer entre les rayons dont la radiation primitive se compose. C'est la même difficulté qu'on rencontre dans les observations photométriques. Je ferai remarquer qu'il en résulte une valeur constamment trop faible pour la constante solaire, telle que l'ont obtenue Pouillet, Herschel et les physiciens français qui se sont occupés de cette recherche. Décomposons l'atmosphère dont l'action totale réduit l'intensité A à l'intensité Ap^2, suivant la formule adoptée indistinctement pour tous les rayons, en couches successives et désignons par a le coefficient d'absorption pour un rayon de réfrangibilité donnée: l'intensité sera réduite à Aa; par une seconde couche,

elle sera réduite à Aa^2. Pour un autre rayon d'intensité B, on aura Bb et Bb^2, b étant un nouveau coefficient spécial à la réfrangibilité de B. Si l'on opère sur le mélange des deux rayons, on aura, pour déterminer la constante solaire, $\frac{(Aa + Bb)^2}{Aa^2 + Bb^2}$, tandis qu'en distinguant entre les deux espèces de rayons on devrait trouver $\frac{(Aa)^2}{Aa^2} + \frac{(Bb)^2}{Bb^2}$. Ce dernier résultat est algébriquement plus grand que le premier.

» De là la nécessité d'étudier l'absorption pour chaque rayon en particulier, c'est-à-dire d'opérer sur un spectre suffisamment étendu, et de rapporter les effets observés à une courbe dont les abscisses soient les longueurs d'onde et les ordonnées des énergies mesurées sur des rayons suffisamment homogènes.

» En opérant sur notre atmosphère et en utilisant les coefficients d'absorption obtenus, pour chaque rayon, avec un appareil d'une sensibilité supérieure à celle de la thermopile, bien perfectionnée pourtant, que j'avais employée dans mes premières recherches, j'ai pu tracer une seconde courbe ayant mêmes abscisses que la première, mais dont les ordonnées représentent les énergies des rayons du Soleil avant leur entrée dans notre atmosphère.

» Le rapport des aires de ces deux courbes nous donne celui de l'énergie totale des radiations solaires au delà de l'atmosphère comparée à l'énergie des radiations que nous recevons. C'est là la véritable constante solaire, dont la valeur diffère essentiellement de toutes les déterminations antérieures.

» Mes résultats réclament encore quelques corrections relatives à l'absorption propre à l'instrument et au métal sur lequel sont tracés mes réseaux, car c'est principalement par la méthode des réseaux que sont obtenus les spectres sur lesquels j'ai opéré; je me crois néanmoins en droit d'affirmer, dès maintenant, que la quantité totale de la chaleur envoyée par le Soleil à la Terre est beaucoup plus grande que ne l'ont cru les observateurs les plus accrédités et les plus habiles, même ceux qui, comme M. Violle, ont été accusés d'exagération.

» Ce n'est pas tout; on déduit de ces résultats, non seulement la vraie valeur de l'absorption exercée sur l'ensemble des rayons de diverses réfrangibilités, mais encore l'absorption élective propre à chacun d'eux, et l'on reconnaît que les relations de grandeur des diverses ordonnées dans les courbes précédentes ont changé au point de déplacer notablement le

maximum d'énergie. Avant l'absorption, ce maximum se trouvait bien plus près du violet que de l'ultra-rouge.

» Ainsi la totalité des radiations solaires, si elle parvenait jusqu'à nous, nous donnerait une sensation de bleu plutôt que de blanc. Le milieu atmosphérique, que nous sommes si habitués à regarder comme transparent, joue, au contraire, le rôle d'un milieu si fortement coloré, que ce qui reste du rayon transmis ne ressemble pas plus à la vraie couleur de la photosphère que la lumière électrique, vue au travers d'un verre rougeâtre, ne ressemble à celle des charbons incandescents.

» Je demande d'avance à l'Académie la permission de lui soumettre la description complète de mes procédés d'observation et de mes appareils, pour que les physiciens puissent vérifier ces résultats, et quelques autres que je me propose de publier bientôt sur la distribution assez inattendue de l'énergie dans le spectre normal tel que nous le connaissons. »

OPTIQUE. — *Sur un appareil synthétique, reproduisant le phénomène de la double réfraction circulaire.* Note de M. Gouy.

« Dans une Note antérieure, j'ai démontré que le phénomène appelé *double réfraction circulaire* peut être regardé comme une conséquence nécessaire et immédiate du *pouvoir rotatoire,* considéré en lui-même et indépendamment de la cause qui le produit ([1]). Pour compléter ce travail, je me suis occupé d'en donner une vérification expérimentale, la plus directe et la plus complète qu'on puisse souhaiter, en construisant un appareil qui réalisât en effet ce phénomène, sans faire intervenir les propriétés spéciales des corps actifs.

» Cet appareil est un assemblage de lamelles à faces parallèles, taillées dans un cristal à un axe parallèlement à cet axe. Toutes ces lamelles ont la même épaisseur très petite, qui correspond à une différence de marche d'une demi-onde entre le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire, pour la lumière jaune du sodium et l'incidence normale. Elles sont découpées en bandes rectangulaires longues et étroites, de dimensions égales, qui sont ensuite exactement juxtaposées par leur plus grand côté, sur un même plan, comme les feuilles d'un parquet. Cet assemblage forme un feuillet

([1]) *Comptes rendus*, 26 avril 1880. Voir aussi, pour l'expérience des *trois systèmes de franges* des corps actifs, une Note du 10 mai.

cristallin très mince, qui est collé au baume entre deux lames de verre. En le parcourant dans un sens déterminé, l'axe optique de chaque bande fait avec l'axe optique de la précédente un angle constant, en grandeur et en signe, et égal à $\frac{\pi}{4n}$, n étant un nombre entier. On superpose à cet ensemble une lame demi-onde, orientée d'une manière quelconque.

» Les difficultés que présentait la réalisation de cet appareil ont été surmontées fort habilement par M. Laurent, qui en a construit deux exemplaires, d'une exécution satisfaisante, et qui donnent avec netteté les résultats théoriques. Pour l'un, on a pris $n = 1$, et pour l'autre, $n = 2$; c'est de ce dernier qu'il sera particulièrement question dans ce qui va suivre [1].

» Pour étudier les effets de cet appareil, on le place, normalement aux rayons, devant l'objectif d'une petite lunette, et l'on vise un objet éloigné ou la fente d'un collimateur, en se servant d'un verre jaune ou de la lumière du sodium.

» La lumière incidente étant naturelle, on voit deux images de l'objet, parfaitement nettes et d'égale intensité. *Ces deux images sont polarisées circulairement d'une manière complète, l'une dextrorsum, l'autre sinistrorsum.*

» Les rayons incidents étant polarisés rectilignement, tout se passe comme avec la lumière naturelle. Si la polarisation des rayons incidents devient elliptique, les deux images, toujours polarisées circulairement, prennent des intensités inégales : l'une devient plus vive, et c'est celle qui a la même rotation que le rayon incident; l'autre s'affaiblit d'autant, pour disparaître entièrement quand la polarisation des rayons incidents devient circulaire. Ainsi, *avec des rayons incidents polarisés circulairement, on n'a qu'une seule image, et cette image occupe deux positions différentes, suivant que les rayons incidents sont dextrorsum ou sinistrorsum.*

» Comme on le voit, ce sont là exactement les phénomènes que Fresnel a découverts au moyen de son triprisme et qu'il a nommés *double réfraction circulaire.* La théorie montre toutefois que cette synthèse n'est parfaite que lorsque n est un nombre très grand; mais cette imperfection est déjà insensible, pour $n = 2$, dans les conditions ordinaires des expé-

---

[1] Voici quelques détails sur la construction de ces appareils. Pour la rendre plus facile, M. Laurent a employé des lamelles de quartz de $\frac{3}{2}$ ondes au lieu de $\frac{1}{2}$ onde, ce qui est équivalent. Les lamelles étant parallèles à l'axe, le quartz agit ici comme le ferait tout autre cristal à un axe. Elles ont $0^{m},001$ de largeur et sont si exactement taillées et ajustées, que les joints sont presque invisibles à l'œil nu. Le premier appareil a vingt lamelles, et le second seize.

riences. Je reviendrai sur ce point en donnant quelques développements théoriques. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie produite à l'aide du sélénium.* Note de M. E. MERCADIER.

« Après avoir étudié les effets sonores produits par une radiation intermittente tombant sur un corps quelconque (¹) servant de récepteur radiophonique, j'ai commencé à faire une étude semblable en prenant comme récepteurs ces sortes de piles au sélénium imaginées par MM. Bell et Tainter.

» J'ai pris un de ces récepteurs plans, d'environ 25^{cq} de surface, que construit M. Breguet; je l'ai interposé dans un circuit comprenant une pile de 4 à 6 éléments Leclanché et un téléphone Gower dont la bobine a environ 235 ohms de résistance.

» Les radiations intermittentes étaient produites par la roue en verre à quatre séries d'ouvertures précédemment décrite (*Comptes rendus,* t. XCI, p. 929).

» I. En étudiant d'abord l'influence de la source sur les sons produits, j'ai constaté sans aucune difficulté qu'on obtenait des accords sonores identiques à ceux qu'on obtient avec les récepteurs à air décrits dans mes précédentes Notes, mais d'intensité beaucoup plus faible, toutes choses égales d'ailleurs.

» On obtient ainsi des sons avec les radiations du Soleil, de lampes électrique, oxyhydrique, d'un bec de gaz, et même d'une bougie, ainsi que cela a été déjà constaté, notamment par M. A. Breguet. Toutefois, avec des sources faibles, il faut rapprocher la source autant que possible de la roue interruptrice, en limitant le faisceau lumineux à l'aide d'une fente étroite, pour éviter les effets d'interférence sur le récepteur. L'emploi de ce dispositif simple augmente notablement l'intensité des sons produits.

» II. En ce qui concerne le récepteur et ses accessoires, j'ai constaté qu'on entend très bien les sons avec un téléphone animé par 6 éléments Leclanché : l'intensité des sons diminue avec le nombre des éléments; mais on entend encore des sons très nets dans la lumière oxyhydrique avec un seul élément.

» L'intensité des sons croît naturellement avec la largeur du faisceau

(¹) *Comptes rendus,* t. XCI, p. 929 et 982, et t. XCII, p. 409 et 450.

radiant et de la surface éclairée du récepteur; mais, même avec une source faible, comme un bec de gaz par exemple, un faisceau de $0^m,003$ ou $0^m,004$ de largeur, reçu sur une bande du récepteur d'égale largeur, suffit pour qu'on puisse entendre et étudier le phénomène.

» Cela démontre bien que ce phénomène est beaucoup plus intense qu'on pourrait le croire au premier abord, et j'ai été conduit ainsi à en rechercher la cause de la manière suivante.

» III. Puisqu'une source faible, limitée encore, ainsi que le récepteur, comme on vient de l'indiquer, suffisait pour produire des sons, j'ai pensé qu'on pourrait préciser la cause du phénomène, comme je l'avais déjà fait pour les récepteurs étudiés précédemment, en produisant le spectre de la source radiante et faisant tomber sur le récepteur en sélénium successivement les groupes de rayons dispersés.

» J'ai employé la disposition décrite dans les *Comptes rendus* (t. XCI, p. 982), en faisant passer les rayons du spectre à travers une fente de $0^m,002$ de largeur avant de les concentrer sur la roue interruptrice à l'aide d'une lentille cylindrique. Cela permet d'étudier l'effet des rayons du spectre de $0^m,002$ en $0^m,002$, ce qui suffit quand les spectres ont, dans la partie visible, une longueur de $0^m,035$ à $0^m,040$.

» J'ai opéré plusieurs fois à la lumière oxyhydrique, à la lumière électrique et à la lumière solaire. Les résultats ont été absolument concordants, savoir :

» *Les sons produits dans les récepteurs à sélénium que j'ai étudiés résultent principalement de l'action des radiations lumineuses : les rayons du spectre agissent depuis la limite du bleu vers l'indigo jusqu'au rouge extrême, et même un peu dans l'infra-rouge, à $0^m,002$ du rouge visible; les rayons indigo, violets et ultra-violets sont sans action perceptible dans les conditions où j'ai opéré jusqu'ici.*

» *Le maximum d'effet s'est toujours produit dans la partie jaune du spectre.*

» J'ai refait en même temps et *dans les mêmes circonstances* les *mêmes essais* avec les récepteurs à tubes de verre contenant de l'air au contact d'une paroi enfumée, et j'ai constaté de nouveau de la façon la plus nette un résultat très différent. Avec ces récepteurs, les rayons agissants s'étendent de l'orangé au delà du rouge, jusqu'à une limite qui peut arriver jusqu'au tiers ou au moins au quart de la longueur du spectre visible. L'effet maximum s'obtient dans l'infra-rouge. Les autres radiations du spectre, depuis le jaune jusqu'à l'ultra-violet, ne produisent pas d'effet perceptible. Mes précédentes conclusions subsistent donc toujours : il y a là principalement un effet *thermique*.

» Mais, relativement aux récepteurs à sélénium, au sujet desquels les résultats obtenus par divers observateurs, MM. Sole, Adams, etc. (à l'aide du galvanomètre, il est vrai), étaient contradictoires, mes expériences tendent à montrer que les effets sonores obtenus par MM. Bell et Tainter seraient dus à une transformation très remarquable de l'énergie des radiations dites *lumineuses* en énergie sonore par l'intermédiaire d'un courant électrique, ainsi qu'ils le pensent eux-mêmes. Ce résultat concorde avec celui que MM. Adams et Day ont obtenu en 1876 par une autre méthode.

» Je poursuis ces recherches, en vue de préciser aussi nettement que possible le mécanisme de cette transformation, attribuée soit à la variation de conductibilité du sélénium, soit à une sorte de polarisation de ce corps. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Expériences faites dans les usines du Creusot pour la mesure optique des hautes températures.* Note de M. A. Crova, présentée par M. Berthelot.

« Ces expériences ont été faites du 16 au 19 septembre 1880, avec l'autorisation de M. Schneider, gérant des usines du Creusot, et le concours de MM. les ingénieurs Bouvard et Osmond. Qu'il me soit permis ici de remercier ces Messieurs du bienveillant empressement qu'ils ont mis à mettre à ma disposition les moyens d'action qui m'étaient nécessaires, et à m'éclairer sur les meilleures conditions à réaliser pour le succès de ces expériences, qu'ils ont bien voulu contrôler eux-mêmes.

» La description du spectropyromètre dont nous avons fait usage a été déjà donnée dans la Note qui a été insérée à ce sujet dans les *Comptes rendus* (9 février 1880).

» Les premiers essais ont été faits sur les fours Martin-Siemens. Après quelques tâtonnements, nous avons reconnu que la disposition la plus simple et la plus commode consistait à projeter, au moyen d'une lentille, sur le prisme réflecteur du spectropyromètre, l'image d'une ouverture circulaire pratiquée dans la porte extérieure du four. Il était ainsi facile d'observer, même en plein jour, les deux bandes spectrales des régions rouge et verte prises comme points fixes de l'échelle optique, provenant, l'une de la lumière du four, l'autre de celle de la lampe modérateur, et séparées par une ligne très nette.

» Le four étant dans son allure normale, le degré optique obtenu correspondait à une température d'environ 2000° C. Mais, l'égalité d'intensité

dans le rouge ($\lambda = 676$) étant obtenue, et les deux plages vertes ($\lambda = 523$) ayant été ensuite ramenées à l'égalité, on observait des variations d'éclat indiquant que la température du four oscillait de part et d'autre de 2000°.

» Ces variations s'expliquent facilement par les fumées du four et par le mélange de couches gazeuses, de composition et de nature différentes, qui se succèdent devant l'orifice de la porte. Les variations brusques s'expliquent par les alternances de nature oxydante et réductrice de la flamme.

» Entre deux interversions de valves, nous avons pu constater des variations lentes et régulières de température; à partir d'un maximum, peu après l'interversion, la température diminuait lentement à mesure que les deux récupérateurs traversés par l'air et les gaz froids perdaient leur réserve de chaleur. En même temps, l'ouverture ou la fermeture des portes de chargement causaient des variations passagères.

» Nous avons aussi opéré sur des coulées d'acier Martin. La durée de chaque coulée est suffisante pour qu'il soit possible de faire plusieurs déterminations, et de les faire contrôler par plusieurs observateurs. La température était d'environ 2000°, et sa mesure particulièrement nette sur l'acier pour gros lingots.

» Réservant les résultats numériques obtenus, nous pouvons affirmer que leur constance dans des coulées faites dans des conditions identiques leur donne une valeur pratique, et permet d'inscrire des nombres, là où la seule appréciation des fondeurs pouvait donner des indications pratiques.

» Nous avons aussi mesuré les températures de la fonte, au moment de sa coulée dans l'orifice des convertisseurs Bessemer; elles ont varié, dans nos essais, de 1110° à 1150° C.

» Comme nous nous y attendions, la flamme des convertisseurs Bessemer n'a pu nous permettre aucune mesure de température, à cause des bandes vertes qui apparaissent dans son spectre. Les mesures que nous avons tentées nous ont cependant offert des particularités intéressantes, et semblent indiquer une température extraordinairement élevée vers la fin de l'opération.

» Mais la température du bain d'acier dans le convertisseur, mesurée avant l'arrêt, était un peu supérieure à 2000°; après l'arrêt, la température paraît s'abaisser rapidement; cela tient à la formation d'une couche de scories qui recouvre le bain et dont la température lui est inférieure, car les bulles de gaz qui éclatent à sa surface, en mettant le métal à nu, produisent des ondulations très éclatantes sur un fond relativement sombre.

Il est possible de mesurer celle du jet de métal qui se déverse pendant la coulée, comme nous l'avions déjà fait pour l'acier Martin.

» Les mesures des basses températures, inférieures à 1000° C., ont présenté des difficultés qui pourront être levées en plaçant l'instrument dans une sorte de guérite, qui préserve l'observateur de la lumière du jour et du rayonnement des fours voisins, et en modifiant l'instrument de manière à lui faire admettre plus de lumière.

» Ces essais nous ont prouvé que la méthode optique peut donner des résultats utiles pour la pratique industrielle; ils nous ont, de plus, indiqué les conditions nécessaires pour que l'on puisse obtenir les meilleurs résultats et les modifications à apporter à l'instrument pour le rendre applicable à l'industrie. »

PHYSIQUE. — *Sur la force électromotrice de l'arc voltaïque.* Note de M. **F.-P. Le Roux**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Quand un flux électrique est établi entre deux conducteurs de même nature par l'intermédiaire d'un milieu gazeux, qui est ordinairement la vapeur émise par leur substance, l'inégalité de température des portions de ces conducteurs qui sont contiguës à ce milieu paraît un fait général. Il semble non moins général que l'extrémité par laquelle arrive l'électricité positive possède la température la plus élevée. C'est ce qu'on observe à un degré très remarquable lors de la production de l'arc voltaïque entre deux charbons au moyen d'un courant de sens constant, tel que celui d'une pile.

» L'idée d'attribuer à ce phénomène une origine thermo-électrique est déjà ancienne; on la trouve mentionnée dans les Cours de Verdet. D'après l'application du principe de l'équivalence de la chaleur aux phénomènes électriques, telle qu'elle résulte des travaux de MM. Helmholtz, Clausius et W. Thomson, à un dégagement de chaleur au point de jonction de deux substances hétérogènes correspond une force électromotrice agissant en sens inverse du courant. M. Edlund a fait remarquer, il y a déjà longtemps, que l'hypothèse de la résistance de l'arc voltaïque considéré uniquement comme un conducteur ne suffisait pas pour rendre compte de la diminution d'intensité qu'il fait éprouver au courant de la pile. Tout récemment, M. Joubert (*Comptes rendus*, juillet 1880), au cours de ses si intéressantes recherches sur les machines magnéto-électriques, est arrivé à cette conclusion que la résistance de l'arc était très faible, que la différence de potentiel qui

existe entre les deux charbons était due pour la plus grande partie à une force électromotrice résultant d'un phénomène de polarisation dont il réserve l'explication.

» J'ai eu autrefois (*Comptes rendus*, 1867 et 1868) l'occasion de reprendre l'expérience de M. Wartmann, qui montre que, si l'on suspend pendant une fraction de seconde très appréciable, même $\frac{1}{10}$, le passage du courant, on peut, en le rétablissant, voir l'arc se produire à nouveau sans qu'on ait besoin de ramener les charbons au contact. Ce fait s'explique très bien si l'on songe que la vapeur de carbone, qui, selon moi, constitue principalement l'arc, peut persister quelque temps encore après la cessation du courant, et aussi que les gaz chauds qui baignent les charbons sont conducteurs, comme l'a montré M. Edm. Becquerel.

» Étant admis que du passage du courant résulte entre les deux charbons une différence de potentiel, cette différence doit subsister un certain temps après que le courant a cessé, et, du moment qu'il existe entre les charbons encore chauds un milieu conducteur, on doit pouvoir manifester au galvanomètre cette différence de potentiel. J'avais, autrefois, essayé de la mettre en évidence au moyen d'une sorte de double roue interruptrice, analogue à la roue distributrice que j'avais employée pour faire passer par intermittence le courant d'une pile entre deux foyers; mais ce genre d'appareils donne lieu à des difficultés spéciales.

» Il m'a paru plus démonstratif de n'employer qu'un seul contact, opéré à la main, après l'interruption du courant de la pile. Avec un galvanomètre à grande résistance, on peut de cette manière, même $\frac{2}{10}$ environ de seconde après la cessation du courant de la pile, mettre en évidence l'existence de cette force électromotrice inverse. On peut réussir avec une distance des charbons de plusieurs millimètres, mais les effets sont d'autant plus marqués que l'arc est plus court au moment de la cessation du courant principal. L'expérience réussit également, bien que les charbons soient, dans l'air ou dans l'œuf électrique, au degré de vide de nos machines à pistons.

» Des phénomènes du même genre se produisent entre deux tiges de platine.

» Je crois que c'est bien là un phénomène thermo-électrique. Le charbon serait positif par rapport à sa vapeur, à un degré croissant avec la température. »

PHYSIQUE. — *Sifflement de l'arc voltaïque.* Note de M. A. NIAUDET, présentée par M. Jamin.

« L'arc voltaïque fait souvent entendre un sifflement, qui, dans certaines circonstances, peut devenir un bruit intense. Ce phénomène n'a guère attiré jusqu'ici l'attention des physiciens. On va voir qu'il faut en tenir grand compte dans toutes les mesures qu'on peut prendre sur l'arc.

» L'étude que nous en avons faite a été rendue facile par l'emploi du galvanomètre de M. Deprez. Cet instrument, connu de l'Académie, peut être construit de deux manières différentes.

» On peut le faire avec du fil très gros et un très petit nombre de spires, auquel cas sa résistance est très faible et il peut servir à la mesure des intensités; s'il est étalonné au préalable, il donne les intensités en mesures absolues, en webers.

» On peut aussi le faire avec du fil très fin et un grand nombre de spires, auquel cas il a une résistance considérable (450 ohms par exemple) et peut servir à la mesure des forces électromotrices ou des différences de potentiel entre deux points d'un circuit; s'il est étalonné convenablement, il donne ces potentiels en unités absolues, en volts.

» Si l'on place, comme l'a fait M. Deprez, un galvanomètre d'intensités dans le circuit général, et un galvanomètre de potentiels en dérivation par rapport à l'arc voltaïque, on peut suivre les variations qui se produisent. Elles sont révélées d'une manière instantanée.

» Ce procédé d'examen nous a fait reconnaître le fait suivant :

» La différence de potentiel entre les deux charbons a deux valeurs notablement différentes, l'une plus grande quand l'arc est silencieux, l'autre plus petite quand l'arc siffle.

» L'aiguille du galvanomètre saute brusquement et sans transition d'une région à une autre quand le silence s'établit ou cesse. Si on la suit de l'œil en même temps qu'on prête l'oreille, on voit les moindres bruits, les plus momentanés, se traduire par un saut de l'aiguille.

» Au contraire, quand le silence est bien établi, l'aiguille peut se tenir tranquille pendant un temps assez long.

» Il va sans dire que, aux changements qui surviennent dans le potentiel de l'arc, répondent des variations en sens inverse de l'intensité du courant général.

» Voici les résultats d'une expérience prise parmi d'autres. Nous opérions avec une machine dont les électro-aimants étaient excités par une autre, de sorte que nous nous trouvions dans les mêmes conditions qu'avec une machine magnéto-électrique ou avec une pile.

Intensité en webers.	Différence de potentiel en volts.	
34	54,3	silence.
36	43	sifflement.
34	49	silence.
43	41,4	sifflement.
38,1	49	silence.

» Une théorie complète de l'arc voltaïque devra rendre compte de ce phénomène singulier. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les miroirs magiques en verre argenté* ([1]). Deuxième Note de M. L. Laurent, présentée par M. Cornu.

« On peut produire l'effet magique *sans comprimer ni aspirer,* rien que par la manière de fixer le miroir dans sa monture.

» Je suppose une monture analogue à celle des lentilles ordinaires de projections, composée de deux anneaux métalliques vissés et serrant le miroir. Entre l'anneau fixe (de $0^m,01$ de large) et le miroir, j'interpose un anneau de caoutchouc de même largeur; l'anneau mobile est recouvert de drap sur la surface annulaire qui presse sur le miroir. Il se présente trois cas :

» 1° Si cette surface de pression est plane, le miroir reste plan; il n'est pas magique.

» 2° Si elle est légèrement *concave,* elle forcera le bord annulaire correspondant du miroir à se mouler dedans; ce bord s'enfoncera et le miroir deviendra *convexe.* Sur l'écran, l'image de la gravure sera *noire.*

» 3° Enfin, si elle est *convexe,* le miroir sera comprimé un peu plus loin du bord; il se creusera et deviendra *concave.* Il donnera une image *blanche* sur l'écran.

» Dans ces deux derniers cas, le miroir est *magique;* il le reste tant qu'on ne touche pas à l'anneau de serrage. Il donne à volonté l'image

([1]) Voir la Note du 21 février 1881.

noire ou blanche, en remplaçant seulement l'anneau de serrage. Les deux faces du miroir sont visibles. Si l'on desserre les anneaux, le miroir redevient plan et cesse d'être magique.

» Enfin l'on peut, en bouchant l'anneau fixe, aspirer et souffler pour augmenter ou diminuer l'effet magique, ou le produire directement, s'il n'existe pas. »

PHYSIQUE. — *Sur l'écoulement des gaz.* Note de M. NEYRENEUF.

« La vérification des lois de l'écoulement des gaz peut se faire par un procédé qui rappelle les méthodes en usage pour la détermination des résistances électriques. Du gaz d'éclairage, pris soit aux tuyaux de distribution, soit sous pression plus grande à un gazomètre, passe dans un tube en Y dont les deux branches sont en communication avec les deux tubes à comparer. Ceux-ci sont reliés par leur autre extrémité à deux becs de gaz bien identiques et placés au même niveau. Les flammes produites, comparées par le photomètre, devront avoir le même éclat si les dépenses sont égales.

» On peut, par tâtonnements, rechercher les longueurs équivalentes de deux tubes; on peut aussi les déterminer à l'avance par la formule de Girard :

$$\frac{d^5}{l} = \frac{d'^5}{l'},$$

» Dans les deux cas on trouve des résultats satisfaisants pour des tubes de verre et de cuivre dont les diamètres ont varié de 15^{mm} à 5^{mm}, les longueurs variant de 2^m à $0^m,25$. Les tuyaux en caoutchouc n'ont rien donné de net.

Quand le diamètre varie de 4^{mm} à 2^{mm}, la relation ci-dessus n'est plus satisfaite; il faut, pour retrouver des résultats constants, prendre des tubes de grande longueur, et la relation est représentée alors par

$$\frac{d^3}{l} = \frac{d'^3}{l'}.$$

» Voici une détermination permettant de se faire une idée de la confiance à accorder aux résultats :

Longueur expérimentale.	D'après la première formule.	D'après la seconde formule.	D'après Poiseuille.	Diamètres.
1635^{mm}	1635^{mm}	1635^{mm}	1635^{mm}	$3^{mm},401$
970^{mm}	690^{mm}	979^{mm}	876^{mm}	$2^{mm},867$

» Il y a, dans ces conditions, un minimum remarquable de la résistance, correspondant sans doute à l'établissement du régime linéaire, sans que l'action des forces retardatrices capillaires se fasse encore sentir. Girard a trouvé pour les liquides, avec des tubes de $2^{mm},96$ et $1^{mm},83$, le même résultat.

» Pour des valeurs du diamètre peu supérieures à 1^{mm}, c'est la loi de Poiseuille que l'on retrouve, correspondant à la relation

$$\frac{d^4}{l} = \frac{d'^4}{l'}.$$

» Voici quelques vérifications :

Longueur expérimentale.	D'après la première formule.	D'après la deuxième formule.	D'après la troisième formule.	Diamètres.
905^{mm}	905^{mm}	905^{mm}	905^{mm}	$1^{mm},263$
380^{mm}	311^{mm}	$477^{mm},4$	385^{mm}	$1^{mm},020$

» Autre série :

Longueur expérimentale.	D'après la première formule.	D'après la deuxième formule.	D'après la troisième formule.	Diamètres.
mm	mm	mm	mm	mm
462	462	462	462	0,7950
305	266,4	334,5	300	0,7139
185	151	236,4	189	0,6359

» Pour des diamètres plus petits, les lois s'appliquent, comme pour les liquides, à des longueurs beaucoup plus petites. Il faut remarquer que les nombres de la première colonne sont approchés par défaut, l'erreur étant inférieure à 2^{mm}.

» Si l'on chauffe l'un des tubes dérivés, trois cas peuvent se présenter : 1° l'écoulement gazeux est activé; 2° l'écoulement ne varie pas; 3° l'écoulement est retardé.

» Le premier cas se présente pour des tubes gros, sans doute parce que la variation du diamètre a un effet prédominant; le deuxième, pour des tubes de 4^{mm} à 5^{mm}; le troisième, pour les tubes plus petits.

» Dans le cas de tubes de 1^{mm} de diamètre, on peut très aisément apprécier une différence de 1° entre les températures des milieux dans lesquels sont plongés les deux tubes.

» J'ai essayé, mais inutilement, de reproduire ces trois effets avec des liquides très dilatables, au moyen de tubes fins et longs; j'ai toujours observé une augmentation rapide de la vitesse d'écoulement.

» L'influence considérable d'un faible excès de température, dans le cas de tubes de petits diamètres, ne doit pas être perdue de vue quand on veut tirer des lois de Poiseuille, pour les gaz, des conséquences théoriques, puisqu'il suffit d'une légère inégalité de température pour amener des différences dans la dépense, d'autant plus grandes que le diamètre sera plus capillaire. »

CHIMIE. — *Sur de nouvelles combinaisons de l'acide bromhydrique et de l'acide iodhydrique avec l'ammoniaque.* Note de M. L. TROOST.

« Dans un premier Mémoire, présenté à l'Académie [1], j'ai montré que l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque, qui n'avaient jusqu'alors été combinés que dans les proportions qui constituent le sel ammoniac, analogue au sel marin, pouvaient donner naissance à d'autres composés, parmi lesquels j'ai signalé le chlorhydrate tétra-ammoniacal et le chlorhydrate hepta-ammoniacal. En appliquant aux acides bromhydrique et iodhydrique les procédés de préparation et les méthodes employées pour démontrer l'existence, comme espèces chimiques, des composés de l'acide chlorhydrique, j'ai obtenu de nouveaux produits nettement définis, et caractérisés, comme les premiers, par leur point de fusion, leur structure cristalline et leur tension de dissociation.

» *Bromhydrates ammoniacaux.* — I. Le premier composé nouveau contient pour $1^{éq}$ d'acide bromhydrique $2^{éq}$ d'ammoniaque : nous l'appellerons *bromhydrate biammoniacal.* Il est anhydre, sa formule est $BrH, 2AzH^3$. Je ne lui ai pas trouvé d'analogue dans les combinaisons de l'acide chlorhydrique avec l'ammoniaque.

» Si l'on mesure la tension de l'ammoniaque qu'il dégage, on trouve que cette tension, à une même température, reste constante quand on fait varier le volume occupé par le gaz existant à la surface de la matière dissociée, exactement comme la tension de la vapeur d'eau, en présence d'un excès d'eau liquide, reste constante dans un espace que l'on augmente ou que l'on diminue, pourvu que la température soit invariable dans cet espace.

» On peut donc enlever de l'ammoniaque existant au-dessus du bromhydrate biammoniacal sans que la tension, correspondant à sa température,

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 578.

cesse de se rétablir, tant qu'il reste du sel non décomposé dans l'appareil où l'on fait l'expérience. C'est là un caractère d'une grande précision et qui, à lui seul, suffirait pour établir l'existence du bromhydrate biammoniacal comme espèce distincte. La tension de dissociation augmente rapidement avec la température, comme cela résulte du Tableau ci-joint :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
o	mm	o	mm
— 27,0......	90	0,0......	350
— 24,0......	110	+ 9,0......	585
— 19,0......	145	+ 14,8......	775
— 10,0......	210	+ 20,0......	1025
— 6,5......	245	+ 26,0......	1320
— 3,0......	290	+ 31,0......	1660

» II. Une seconde combinaison contient $4^{éq}$ d'ammoniaque pour $1^{éq}$ d'acide bromhydrique; nous l'appellerons *bromhydrate tétra-ammoniacal*. Ce corps fond à $+6°$. Le liquide présente tous les caractères de la surfusion; quand on le refroidit rapidement, il ne se prend en masse cristalline translucide que vers $-20°$. Ses cristaux, qui présentent l'aspect de tables rhomboïdales, dépolarisent énergiquement la lumière. Le sel est anhydre; sa formule est $BrH, 4AzH^3$. Les caractères de sa dissociation sont absolument les mêmes que ceux du bromhydrate biammoniacal, dans lequel il se transforme au fur et à mesure qu'il perd de l'ammoniaque :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
o	mm	o	mm
— 27,0......	160	+ 7,0......	840
— 23,0......	180	+ 9,8......	910
— 14,5......	240	+ 14,6......	1145
— 9,0......	300	+ 19,5......	1365
— 5,0......	405	+ 25,0......	1600
0,0......	570	+ 30,1......	1845

» III. Le troisième composé contient $7^{éq}$ d'ammoniaque pour $1^{éq}$ d'acide bromhydrique. Sa formule est $BrH, 7AzH^3$. Il fond vers $-20°$. Le liquide présente tous les caractères de la surfusion : il ne se prend souvent en masse cristalline que vers $-45°$. Il est impossible de constater une forme cristalline ou une propriété optique pour le distinguer du sel précédent, mais son aspect est complètement différent.

» Quand on fait varier sa température, on voit sa tension de dissocia-

tion augmenter encore plus rapidement que pour les composés précédents, ainsi que le prouvent les nombres suivants :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
— 32,0.......	540	— 15,0......	1045
— 27,8.......	655	— 12,0......	1200
— 25,5.......	690	— 10,0......	1280
— 25,3.......	700	— 8,0......	1420
— 21,8.......	835	— 5,0......	1590
— 18,8.......	900	— 2,8......	1745

» *Iodhydrates ammoniacaux.* — L'acide iodhydrique se comporte avec le gaz ammoniac comme l'acide bromhydrique.

» I. Le premier composé nouveau contient 2[éq] d'ammoniaque pour 1[éq] d'acide iodhydrique; nous l'appellerons *iodhydrate biammoniacal*. Sa formule est $IH, 2AzH^3$. Il est anhydre.

» Les caractères de sa dissociation sont les mêmes que ceux du bromhydrate correspondant. Quand on fait varier sa température, sa tension de dissociation augmente d'abord très lentement, ainsi que cela résulte du Tableau ci-dessous :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
— 27,0.......	10	+ 9........	100
— 16,0.......	17	+ 19........	180
— 14,0.......	20	+ 27........	280
— 10,0.......	27	+ 35........	455
— 5,8.......	38	+ 50........	940
0,0.......	57	+ 56........	1140

» II. Un second composé contient 4[éq] de gaz ammoniac pour 1[éq] d'acide iodhydrique. Nous l'appellerons *iodhydrate tétra-ammoniacal*. Sa formule est $IH, 4AzH^3$. Il fond vers $-12°$. Le liquide présente les caractères de la surfusion. Sa tension de dissociation croît plus rapidement que celle du composé précédent, comme cela résulte du Tableau ci-joint :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
— 27,0.......	130	0,0.......	380
— 23,0.......	135	+ 9,9.......	580
— 19,0.......	150	+ 14,6.......	700
— 14,0.......	180	+ 19,5.......	840
— 9,8.......	235	+ 25,0.......	995
— 5,0	290	+ 30,0.......	1160

» III. Un troisième composé est formé par $7^{éq}$ de gaz ammoniac pour $1^{éq}$ d'acide iodhydrique; sa formule est $IH, 7AzH^3$. Il fond à $-28°$. Sa tension de dissociation croît très rapidement.

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
— 29,0.......	435	— 5,0.......	1035
— 25,0.......	510	0,0.......	1250
— 21,2.......	575	+ 4,7.......	1415
— 17,0.......	655	+ 9,4.......	1620
— 12,8.......	770	+ 11,4.......	1735
— 6,0.......	1000		

» Les composés hepta-ammoniacaux des hydracides ne me paraissent pas être les derniers termes de ces combinaisons singulières. La difficulté de maintenir longtemps constantes de très basses températures limite jusqu'ici les termes de la série aux suivants :

ClH, AzH^3	BrH, AzH^3	IH, AzH^3
....	$BrH, AzH^3 + AzH^3$	$IH, AzH^3 + AzH^3$
$ClH, AzH^3 + 3AzH^3$	$BrH, AzH + 3AzH^3$	$IH, AzH^3 + 3AzH^3$
$ClH, AzH^3 + 2(3AzH^3)$	$BrH, AzH^3 + 2(3AzH^3)$	$IH, AzH^3 + 2(3AzH^3)$

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide chlorhydrique sur le chlorure de plomb.* Note de M. A. DITTE.

« Dans l'étude que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, de l'action exercée par l'acide chlorhydrique sur les chlorures métalliques, j'ai omis à dessein le chlorure de plomb, qui paraît tout d'abord se comporter d'une façon spéciale. En effet, la solubilité de ce sel dans l'eau va d'abord en diminuant, quand on ajoute à la liqueur des quantités croissantes d'acide; du chlorure se précipite, mais bientôt, la proportion d'acide augmentant toujours, la variation de solubilité change de sens, de telle sorte qu'à une température déterminée, quelconque d'ailleurs, la courbe qui représente la solubilité du chlorure dans de l'eau plus ou moins chargée d'acide chlorhydrique offre une concavité très accentuée tournée vers l'axe des abscisses (poids d'acide uni à 100 d'eau) et un minimum

très net. La solubilité du chlorure diminue donc d'abord, pour augmenter ensuite, comme il ressort, du reste, du Tableau suivant :

Quantités de HCl dans 100 d'eau.	Quantité de PbCl dissoutes dans 1^{kg} de la liqueur considérée (en grammes). à 0°.	à 20°.	à 40°.	à 55°.	à 86°.
0,0	8,0	11,8	17,0	21,0	31,0
5,6	2,8	3,0	4,6	6,5	12,4
10,0	1,2	1,4	3,2	5,5	12,0
18,0	2,4	4,8	7,2	9,8	19,8
21,9	4,7	6,2	10,4	12,9	23,8
31,5	11,9	14,1	19,0	24,0	38,0
46,0	29,8	30,0 à 17°	»	»	»

» Pour comprendre ce qui se passe dans ces circonstances, il convient d'examiner d'abord comment l'iodure et le bromure de plomb se comportent en présence de leur hydracide.

» 1^{lit} d'eau à 10° dissout environ 0^{gr},6 d'iodure de plomb; l'addition de faibles quantités d'acide iodhydrique détermine immédiatement dans cette liqueur un précipité d'iodure, sa solubilité diminue peu à peu; mais bientôt, si l'on continue à ajouter de l'acide, le précipité formé se redissout et la solubilité devient alors d'autant plus grande que la liqueur est plus acide; avec une liqueur très concentrée, le sel et l'acide se combinent, et M. Berthelot a obtenu (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 1026) le composé 2PbI, HI, 10HO, décomposable par l'eau pure, et qu'une liqueur suffisamment riche en acide dissout sans le décomposer. Ainsi l'acide iodhydrique précipite tout d'abord une partie de l'iodure dissous dans l'eau, et cela d'autant mieux que la quantité d'acide est plus grande, jusqu'au moment où la concentration de la liqueur est telle que de l'iodhydrate d'iodure puisse exister; dès lors la dissolution renferme une quantité de ce composé qui augmente avec la richesse du liquide en acide, et le poids d'iodure qui se dissout s'accroît avec rapidité.

» Avec le bromure de plomb, il en est de même; l'eau pure à 10° en dissout par litre environ 6^{gr}; mais il se précipite peu à peu, à mesure qu'on ajoute de l'acide à la liqueur; bientôt cependant le précipité cesse de se produire, et, le liquide devenant plus acide, il se redissout. Dès lors, le bromure de plomb se dissout en quantités considérables; c'est ainsi qu'une liqueur qui renferme, à 10°, 72^{gr} d'acide pour 100^{gr} d'eau, dissout

par kilogramme 550^{gr} de bromure et possède une densité égale à 2,06; la quantité de bromure augmente si l'on chauffe, et l'on obtient par refroidissement de belles aiguilles blanches, soyeuses, retenant un peu d'eau et répondant à la formule 2PbBr, 3HO. Enfin, si l'on fait passer jusqu'à refus de l'acide bromhydrique dans la liqueur, en présence d'un excès de bromure de plomb, elle s'échauffe et donne par refroidissement des aiguilles blanches renfermant de l'acide, du sel et de l'eau, et dont la composition répond à la formule 5PbBr, HBr, 10HO. Tout se passe donc comme avec l'iodure; les solutions de bromure dans l'eau plus ou moins acide contiennent d'abord de l'iodure et de l'acide libres, la solubilité du premier étant très notablement diminuée par la présence du second; mais bientôt la concentration de la liqueur devient telle, que la formation d'un bromhydrate de bromure devient possible, et comme il est excessivement soluble dans l'acide bromhydrique, tandis que le bromure de plomb libre ne s'y dissout que très peu, à partir de l'instant où sa formation sera possible, la liqueur en renfermera avec les produits de sa dissociation, et à mesure qu'elle deviendra plus acide, elle s'enrichira en bromure avec une très grande rapidité.

» Ainsi, le bromure et l'iodure de plomb présentent, comme le chlorure, d'abord une diminution, ensuite un accroissement de solubilité quand on les met en présence d'eau plus ou moins chargée de leur acide. Les courbes de solubilité de ces trois sels présentent dans ces conditions des formes tout à fait analogues et possèdent toutes un minimum. L'existence de sels acides rend bien compte de ce qui se passe, et il est à noter que la combinaison du bromure de plomb avec son acide s'effectue moins facilement que la production de l'iodhydrate d'iodure de plomb.

» Si maintenant on considère, d'une part, la manière tout à fait semblable dont se comportent les trois sels, d'autre part le fait établi par les recherches de M. Berthelot (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 435), que la combinaison des sels halogènes avec l'hydracide correspondant est un phénomène très général, on peut admettre la formation d'un chlorhydrate de chlorure de plomb, analogue à l'iodhydrate d'iodure et au bromhydrate de bromure, quoiqu'il ne soit pas possible de l'obtenir cristallisé, même à très basse température. On comprend alors sans difficulté qu'à zéro, par exemple, l'acide chlorhydrique précipite d'abord le chlorure de plomb de sa solution aqueuse, jusqu'au moment où devient possible l'union d'une partie de l'hydracide et des sels; à ce moment, la solubilité passe par une

valeur minimum à partir de laquelle la courbe se relève; la liqueur, qui ne renfermait primitivement que des chlorures et de l'acide libres, contient dès lors du chlorhydrate de chlorure dissous; elle se colore en même temps en jaune clair, et cette coloration s'accentue à mesure que la quantité de chlorure dissous augmente, c'est-à-dire en même temps qu'on opère avec de l'acide chlorhydrique plus concentré. Il en est de même quand la température s'élève; la dissociation du chlorhydrate de chlorure par la liqueur est d'autant plus complète que la dissolution est plus chaude; mais comme, d'autre part, la quantité d'acide anhydre augmente à mesure que la température s'élève (*Mécanique chimique*, t. II, p. 153), sa combinaison avec le chlorure est plus facile que lorsqu'il est à l'état d'hydrate stable; de là résulte un équilibre qui permet l'existence d'une certaine quantité de chlorhydrate de chlorure, même à une température élevée comparativement à sa facile décomposition. L'existence de ce sel acide rend donc bien compte des phénomènes observés et des faits absolument analogues offerts par le bromure et l'iodure de plomb. C'est peut-être à quelque combinaison du même genre que sont dues les variations de solubilité du chlorure d'argent, variations étudiées par MM. Ruyssen et Varenne dans un Mémoire récemment publié. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'acide sulfurique récemment chauffé à 320° et des huiles*. Note de M. E.-J. MAUMENÉ.

« L'acide récemment chauffé, sans avoir perdu la moindre trace d'eau, présente des actions très différentes, au moins quant aux dégagements de chaleur qui les accompagnent, de celles du même acide anciennement préparé. La contradiction de M. Berthelot à ce grand fait ne me paraît pas fondée.

» J'ai été conduit, ces jours derniers, à une application de la méthode d'analyse des huiles que j'ai fondée sur cette action, et qui a été confirmée par Fehling. On m'a demandé de montrer les différences qui existent entre de nombreux échantillons d'huile de lin suivant leur provenance, leur âge, etc. Les faits observés me semblent de nature à intéresser l'Académie.

» On a fait deux séries d'essais : l'une avec de l'acide ordinaire à 83°,5 (densimétriques), l'autre avec le même acide chauffé à 320°, refroidi et

employé dès son retour à la température ordinaire. On a trouvé, pour les dégagements de chaleur :

Numéros des huiles.		Acide ancien.	Acide récemment chauffé.	
1.	Graines de Bombay; repos de trois ans	+ 66°,2	+ 148°	
2.	Graines du Nord; cuisson avec un peu de litharge	+ 59,0	+ 146	
3.	Graines de Lille pures; repos de deux ans	+ 58,2	»	Solide brun vert.
4.	Graines d'Arras pures; nouvelles	+ 55,0	+ 133	
5.	Graines de Russie; repos d'un an..............	+ 55,0	+ 133	
6.	Graines mélangées nouvelles; repos de six mois ..	+ 44,0	»	Acide SO^2 notable.
7.	Graines mélangées; repos de deux ans	+ 44,0	+ 120	
8.	Graines de Russie triées; cuites sans siccatif	+ 44,0	»	
9.	Graines de Russie, triées; repos d'un an dans l'obscurité............................	+ 43,3	»	Pâteux verdâtre.
10.	Graines de Lille pures; repos d'un mois	+ 38,0	+ 112	Très filandreux.

» Chacun tirera de ces faits les conséquences utiles, mais il me sera de permis de faire les remarques suivantes :

» 1° Les résultats numériques fournis par ce procédé sont constants avec un même acide, et établissent des différences qu'aucune autre méthode ne permet de produire, à beaucoup près. On peut obtenir ces résultats avec 25^{cc} d'huile et 5^{cc} d'acide, c'est-à-dire avec la moitié des quantités que j'avais recommandées en 1852, plutôt comme exemple de la méthode que comme proportions nécessaires.

2° L'acide récemment chauffé produit des dégagements de chaleur énormément plus grands que le même acide ancien [1]. Le fait est assez évident pour ne souffrir aucune contestation.

» L'Académie me permettra de saisir cette occasion pour maintenir, contrairement à l'assertion de M. Berthelot, ce fait que l'acide offre des différences avec l'eau comme avec les huiles, avec l'alcool, le décidène (essence de térébenthine) et beaucoup d'autres corps.

» L'influence du chauffage est très générale, sur les liquides comme sur la plupart des solides.

» Un certain nombre de résultats fournis par la Thermochimie me paraissent inexacts, parce que les auteurs ont laissé échapper ou ont méconnu cette influence. Même avec le calorimètre le plus sensible, les différences dans le dégagement de la chaleur sont celles que j'ai indiquées. »

---

[1] Les chiffres du Tableau ne pourraient être obtenus directement, comme je l'ai fait connaître en 1852; ils résultent de ceux qu'on trouve dans un mélange avec l'olive.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un moyen nouveau d'analyse des huiles.* Note de M. E.-J. **Maumené.**

« Ce moyen consiste à traiter une quantité mesurée d'huile par une quantité mesurée d'une solution aqueuse d'alcali caustique titrée. Je l'ai indiqué il y a longtemps [1], sans citer des nombres à l'appui. J'ai profité de l'occasion qui s'offrait, d'une comparaison entre les variétés d'une même huile. Voici les résultats obtenus :

» 10^{cc} d'huile, mesurés avec une pipette, ont été chauffés au bain d'eau bouillante pendant une heure, avec 20^{cc} d'une solution de potasse qui neutralisaient 123^{cc} d'acide sulfurique à $98^{gr},00 = 1000^{cc}$. Au bout de ce temps de chauffage, les huiles de lin, citées dans la Note précédente, ont toutes donné un gâteau de savon solide ou très ferme à chaud, toujours solide à froid, par conséquent facile à séparer par simple égouttage. La solution alcaline est attaquée très différemment. Elle neutralisait encore et seulement (au lieu de 123^{cc}) :

Numéros.	cc
4	93,6
1	105,0
2	84,7
7	76,4
8	77,1
10	72,3

» La discussion de ces résultats ne peut trouver place ici; mon but est seulement de montrer que la saponification, facile à réaliser, donne un moyen de contrôle qui peut être utile pour résoudre la question si délicate et si pleine de difficultés des analyses d'huile. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation de l'oxyde de nickel et de l'oxyde de cobalt.* Note de M. G. **Delvaux.**

« Un grand nombre de procédés ont été proposés pour la séparation de l'oxyde de nickel et de l'oxyde de cobalt. Dans des mains exercées, tous ces procédés peuvent donner de bons résultats; mais les manipulations

[1] *Dictionnaire de Chimie industrielle,* t. II, p. 459.

sont longues et délicates, et généralement deux chimistes, opérant sur les mêmes matières, arrivent à des résultats ne concordant pas entre eux.

» Nous allons décrire un mode de séparation de ces deux métaux, dérivant de deux procédés connus, et dont l'emploi permettra le dosage exact des deux oxydes et la préparation des deux métaux purs.

» Les deux procédés qui nous ont mis sur la voie de celui que nous proposons sont :

» 1° Celui de M. Pisani : emploi de la potasse caustique en présence d'une liqueur ammoniacale dans laquelle sont dissous les deux oxydes et à l'abri du contact de l'air (circonstance difficile à obtenir). L'oxyde de nickel seul se précipite en totalité, mais il entraîne toujours plus ou moins d'oxyde de cobalt.

» 2° Celui de M. Terreil : précipitation du cobalt dans une liqueur acide, à l'état de chlorhydrate de roséocobaltiaque. L'oxyde de cobalt a été suroxydé au moyen du permanganate de potasse.

» Nous supposerons que, par les méthodes connues, on ait obtenu les deux corps, cobalt et nickel, soit à l'état d'oxydes purs, soit à l'état de sulfures purs, débarrassés des matières étrangères contenues dans les substances qui les renfermaient.

» On dissout les deux oxydes, ou les deux sulfures, dans une eau régale très chlorhydrique. On étend de beaucoup d'eau et on sature par de l'ammoniaque en excès. On ajoute alors du permanganate de potasse, jusqu'à ce que la solution reste rose pendant quelque temps. La liqueur est additionnée de potasse caustique pure. Le nickel se précipite à l'état d'oxyde hydraté, entraînant l'oxyde de manganèse du permanganate en excès. On lave par décantation, on filtre. Il est nécessaire de redissoudre le précipité d'oxyde de nickel et d'oxyde de manganèse dans l'acide chlorhydrique; on traite cette nouvelle liqueur par l'ammoniaque, le permanganate et la potasse caustique. On réunit les eaux de lavage, qui renferment tout le cobalt; on sature par l'acide acétique et on précipite par l'hydrogène sulfuré.

» Le mélange d'oxyde de nickel et d'oxyde de manganèse est redissous dans l'acide chlorhydrique, et la solution est saturée par l'ammoniaque. On laisse pendant quelque temps la dissolution au contact de l'air : l'oxyde de manganèse se précipite peu à peu en totalité. On filtre, et l'oxyde de nickel est précipité de sa solution ammoniacale, saturée par l'acide acétique, au moyen de l'hydrogène sulfuré.

» Cette méthode est longue, surtout lorsqu'on opère sur de l'oxyde

de nickel renfermant peu de cobalt; mais elle nous a donné d'excellents résultats et nous a permis de constater la présence du cobalt, même en proportions minimes, dans des minerais de nickel qui, d'après des analyses antérieures, n'en renfermaient pas (notamment dans les minerais de la Nouvelle-Calédonie).

» Il est probable qu'après la réaction du permanganate de potasse il s'est formé un sel de roséocobaltiaque, dont la base, déplacée par la potasse caustique, est très soluble dans l'ammoniaque.

» Lorsqu'on veut doser l'oxyde de nickel et l'oxyde de cobalt après la séparation de ces deux corps par le procédé que nous venons de décrire, il faut s'assurer si les deux sulfures obtenus renferment de la silice, de l'alumine, des alcalis, etc., corps apportés par les réactifs employés.

» Le procédé est industriel, c'est-à-dire qu'on peut l'employer en grand pour obtenir le nickel complètement exempt de cobalt. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un procédé de fabrication industrielle du carbonate de potasse.* Note de M. R. **Engel**, présentée par M. Wurtz.

« Le chlorure de potassium peut être transformé directement en carbonate de la manière suivante :

» On ajoute de la magnésie ou du carbonate de magnésie à une dissolution aqueuse de chlorure de potassium, et l'on agite le mélange en présence d'acide carbonique. Il se forme, dans ces conditions, du bicarbonate de magnésie, qui entre en solution, réagit sur le chlorure de potassium et en précipite le potassium sous forme de carbonate double de magnésie et de potasse. Ce précipité est cristallin et se sépare vite et nettement des eaux mères.

» La réaction a lieu d'après la formule

$$3MgCO^3 + 2KCl + CO^2 = 2(MgCO^3 + CO^3HK) + MgCl^2.$$

» Ce sel, étudié déjà par Berzélius et par M. H. Sainte-Claire Deville, n'avait été obtenu jusqu'ici qu'en traitant la solution d'un sel de magnésie par du bicarbonate de potasse.

» Pour retirer de ce sel le carbonate de potasse, il suffit de le chauffer à sec ou en présence de l'eau. De l'acide carbonique se dégage, et le sel double se décompose en carbonate de potasse et en carbonate de magnésie, qu'on sépare par l'eau :

$$2(MgCO^3 + CO^3HK) = 2MgCO^3 + CO^3K^2 + H^2O + CO^2.$$

» Le carbonate de magnésie provenant de cette décomposition sert à une nouvelle opération.

» La magnésie qui sert aux opérations en grand provient des gisements de carbonate de magnésie de l'île d'Eubé. Par calcination dans un courant de vapeur d'eau on obtient de l'acide carbonique très pur, qu'on utilise ainsi que celui qui provient de la décomposition du carbonate double et de la magnésie, facile à réduire en poudre et qui, dans cet état, se dissout aisément dans l'acide carbonique.

» La totalité du chlorure de potassium ne paraît pas pouvoir être transformée en carbonate, d'après les expériences faites jusqu'ici.

» Mais il est facile de ne pas perdre le chlorure non décomposé. Les eaux mères renferment, en effet, du chlorure de magnésium en excès et du chlorure de potassium non décomposé. Par évaporation, il se forme de la carnallite ou un dépôt de chlorure de potassium, suivant les conditions dans lesquelles on opère.

» Le produit accessoire de la fabrication, le chlorure de magnésium, a lui-même une certaine valeur ou peut servir à régénérer la magnésie par calcination en présence de l'eau. Le bas prix du carbonate de magnésie de l'île d'Eubé permet même de ne pas l'utiliser.

» Ce procédé, breveté, est aujourd'hui l'objet d'études en grand dans une usine d'essai, à Montpellier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques composés complexes du soufre et de l'azote.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Cahours.

« Par l'action du chlorure de soufre S^2Cl^2 sur le sulfure d'azote à chaud il se forme, ainsi que je l'ai fait voir, le chlorure d'un radical particulier (S^4Az^3Cl). Il en est de même à froid si le chlorure de soufre agit sur la solution du sulfure d'azote dans le chloroforme. Dans ce cas, la substance se dépose à l'état de cristaux comparativement volumineux. Au contraire, si le chlorure de soufre froid est mis en contact avec le sulfure d'azote solide, la liqueur devient d'un brun foncé par l'agitation et laisse déposer une poudre cristalline légère d'un noir intense, à reflets verts métalliques, qui, écrasée sur du papier, laisse une trace d'un rouge carmin intense. Cette substance, que je désignerai sous le nom de *bichlorure de dithiotétrathiazyle*, lavée au chloroforme et séchée dans un courant d'air sec, se représente par la formule

$$S^6Az^4Cl^2 = 2S^2Az^2 + S^2Cl^2.$$

Elle se comporte comme le chlorure d'un radical assez peu stable. Traitée par l'acide sulfurique, elle dégage de l'acide chlorhydrique en abondance et donne une solution limpide d'un brun rougeâtre foncé, qui se conserve plusieurs heures sans altération si elle n'est pas trop concentrée. Je n'ai pu néanmoins isoler le sulfate qui s'y trouve contenu. La moindre chaleur paraît le décomposer. Ce composé est de même très violemment oxydé par l'acide azotique. L'eau le dissout partiellement en donnant une solution d'un jaune brun qui finit par se décomposer en se troublant; versée dans cette solution, l'ammoniaque la rend limpide et la fait passer pendant quelques minutes par une belle teinte violette.

» La chaleur détruit également ce bichlorure suivant l'équation

$$3S^6Az^4Cl^2 = 4S^4Az^3Cl + S^2Cl^2.$$

» Si l'on ajoute du chlorure de thiazyle (SAzCl) à du chlorure de soufre (S^2Cl^2) et qu'on agite le mélange pour accélérer la dissolution, il se produit une liqueur limpide qui brunit bientôt et laisse déposer des cristaux d'un jaune un peu brunâtre, parfois assez volumineux. Ces cristaux, que j'avais considérés à tort comme un chlorure double, répondent à la formule

$$S^3Az^2Cl^2.$$

Ils prennent naissance d'après l'équation

$$4SAzCl + S^2Cl^2 = Cl^2 + 2S^3Az^2Cl^2.$$

» Je désignerai ce corps sous le nom de *bichlorure de thiodithiazyle*. Il avait déjà été obtenu par Fordos et Gélis dans l'action du sulfure d'azote sur le prétendu bichlorure de soufre.

» Ce chlorure, traité par l'acide sulfurique, dégage de l'acide chlorhydrique et donne une solution d'un rouge vif, rappelant le bichromate de potasse. Le sulfate contenu dans cette solution s'altère malheureusement trop aisément pour qu'on puisse le séparer de l'excès d'acide sulfurique. L'eau donne avec lui un composé noir ($S^3Az^2O^2$), légèrement soluble dans cet agent avec une coloration jaune citron. L'ammoniaque la fait passer d'une manière fugitive par une teinte safranée. Le composé noir qui se forme aussi à la surface des cristaux jaunes dès qu'on les expose à l'air, étant écrasé sur du papier, laisse une trace d'un rouge violacé. Soumis à l'action du chlore, ce chlorure régénère du chlorure de thiazyle.

» Soumis à une température de 100°, il se décompose. Suivant Fordos et

Gélis, il se formerait deux composés, l'un de couleur rouge sublimable à 100° sans altération, de composition exprimée par la formule $SAzSCl^2$, qui n'aurait pas été analysé, l'autre restant comme résidu, $S^3Az^3SCl^2$, qui l'aurait été, mais dont les analyses sont peu satisfaisantes. En réalité, la décomposition est très complexe. Il se dégage du chlore, du chlorure de thiazyle, le composé rouge; et enfin le résidu, si l'on a continué l'action suffisamment longtemps, répond bien à la description de Fordos et Gélis, mais n'est autre que du chlorure de thiotrithiazyle à l'état de pureté. Ce corps est de beaucoup le plus abondant dans la réaction. Le corps rouge, qui est en très petite quantité, paraît être simplement le sous-chlorure

$$(SAz)^3Cl,$$

que j'ai eu l'occasion de signaler précédemment. Ce composé se forme surtou facilement lorsque l'on chauffe un mélange de sulfure d'azote et de chlorure de thiazyle; mais, pour l'isoler, il est nécessaire de faire bouillir ce mélange avec de petites quantités de chloroforme, qui le dépose à froid. Je n'ai pu l'obtenir avec une composition constante. Dans la majorité des cas, sa composition répondait à la formule ci-dessus énoncée, mais d'autres fois elle variait beaucoup. Aussi je n'ose affirmer rien de précis sur ce qui le concerne. Il est très difficile de le préparer exempt de chlorure de thiazyle et de sulfure d'azote; de plus, le chloroforme et les autres dissolvants paraissent l'altérer. Ce sont là les causes qui m'engagent à renoncer à l'étudier. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le goudron de liège.* Note de M. **L. Bordet**, présentée par M. Peligot.

« Depuis quelque temps on prépare du gaz d'éclairage en soumettant à la distillation en vases clos les déchets de liège obtenus dans la fabrication des bouchons. Le promoteur de cette nouvelle industrie, M. Combe d'Alma, ayant mis à ma disposition une certaine quantité des sous-produits liquides que l'on obtient dans cette opération, j'ai pu en faire un examen assez approfondi.

» Ces sous-produits se séparent en deux couches : l'une aqueuse, à réaction faiblement acide; l'autre constituée par un goudron rouge brun foncé, très fluide.

» Le liquide aqueux présente la plus grande analogie avec celui qu'on obtient dans la distillation du bois, c'est-à-dire qu'il renferme comme

éléments principaux de l'acide acétique et de l'alcool méthylique; mais il contient, de plus, une proportion très considérable d'ammoniaque, qui neutralise à peu près complètement l'acide. Comme éléments accessoires, j'ai reconnu la présence de l'acide cyanhydrique en proportion notable, des homologues supérieurs de l'acide acétique, parmi lesquels semble dominer l'acide propionique, et enfin d'une petite quantité de méthylamine.

» Le goudron est un peu plus dense que l'eau; son odeur est particulière, beaucoup plus aromatique que celle du goudron de houille. Par le repos, il se débarrasse de l'eau à peu près entièrement, de sorte que sa distillation est très facile. Elle m'a donné les résultats suivants:

Huile légère recueillie jusqu'à 210°	27
Huile lourde, brune, plus dense que l'eau	27
Huile à fluorescence verte	11
Brai sec et pertes	35
	100

» Les portions les moins volatiles de l'huile légere, exposées au froid, abandonnent beaucoup de naphtaline; cette huile, traitée par la soude, n'éprouve qu'une faible diminution de volume; l'acide sulfurique n'exerce sur elle que peu d'action et ne lui enlève presque rien. Après ces traitements, elle est constituée par un mélange de carbures aromatiques. La benzine et le toluène y sont surtout très abondants. D'après les résultats que j'ai obtenus par une suite de distillations fractionnées, je crois pouvoir évaluer la richesse du goudron de liège en benzine pure à, au moins, 4 pour 100 et en toluène à 3 pour 100 environ. Ces nombres sont bien supérieurs à ceux que donne le goudron de houille.

» L'huile lourde, traitée par la soude, ne fournit qu'une faible quantité de phénols; ces corps sont donc, dans le goudron de liège, moins abondants que dans le goudron de houille, et surtout que dans le goudron de bois.

» Enfin, l'huile à fluorescence verte que l'on obtient en poussant la distillation du goudron jusqu'à une température supérieure au point d'ébullition du mercure est, comme la portion correspondante du goudron de houille, caractérisée par la présence de l'anthracène. J'ai pu en extraire une quantité notable de ce carbure à l'état de pureté.

» L'ensemble de ces résultats fait voir que, abstraction faite des gaz, la distillation du liège donne des produits analogues à la fois à ceux que

fournit la distillation de la houille et à ceux qu'on obtient en distillant les bois durs, tels que le chêne ou le hêtre.

» Le liège donne en effet, comme le bois, de l'acide acétique et de l'alcool méthylique, mais il ne fournit pas les séries remarquables de corps phénoliques et kétoniques qui caractérisent le goudron de bois. Il donne d'ailleurs, comme la houille, de l'ammoniaque et des hydrocarbures.

» Ces analogies et ces différences se comprennent facilement si l'on considère la composition élémentaire des trois substances, bois, liège, houille, dont on compare les produits de décomposition pyrogénée.

» On sait en effet, d'après les analyses connues, que le liège renferme beaucoup plus d'hydrogène que la houille et beaucoup moins d'oxygène que le bois. Cette double circonstance explique pourquoi le goudron de liège contient plus d'hydrocarbures que le goudron de houille et moins de corps oxygénés que le goudron de bois.

» La teneur du liège en oxygène, comparée à celle de la houille, est encore très considérable; cela explique la présence de l'acide acétique dans le goudron de liège, mais, en même temps, cela conduit à rechercher pourquoi les corps oxygénés y sont si peu abondants. Il faut, en effet, tenir compte d'une autre circonstance.

» Le bois est distillé, dans l'industrie, à 400° ou 500°; cette température, relativement basse, est extrêmement favorable pour la production de corps oxygénés à molécule compliquée, comme les phénols polyatomiques et les kétones. Le liège, au contraire, a été jusqu'ici distillé dans les mêmes conditions que la houille, c'est-à-dire vers 900° ou 1000°. A cette température, ce sont surtout des hydrocarbures qui peuvent subsister. Aussi voit-on le goudron de liège s'éloigner beaucoup du goudron de bois par sa teneur en corps oxygénés.

» Telles sont les causes qui interviennent pour donner aux produits de la distillation du liège la composition générale qui ressort des résultats analytiques résumés ci-dessus. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation de l'urée.* Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« Dans une Note communiquée à l'Académie (séance du 28 février 1881), nous avions énoncé ce fait, que la muqueuse stomacale des chiens morts d'urémie transforme rapidement l'urée en carbonate d'ammoniaque (à une

température de 35°). En poursuivant cette étude, nous avons constaté que l'estomac de divers chiens, morts de toute autre manière, a absolument le même effet. Des estomacs d'hommes, de lapins, développent aussi très bien la fermentation ammoniacale de l'urée pure.

» Il est probable que cette fermentation est due à un ferment organisé, la *torula*, décrite par M. Pasteur et M. Van Tieghem, qui, se développant dans un milieu albuminoïde, décompose l'urée. Si la solution d'urée est très concentrée (100^{gr} par litre), il n'y a pas de putréfaction, et l'on n'observe que la fermentation ammoniacale très régulière.

» Les autres tissus organisés ont une action analogue sur la fermentation. Un fragment de tissu musculaire, placé, sans qu'on prenne soin d'introduire ou d'éliminer les germes, dans une solution d'urée, la fait fermenter; mais, si le muscle est broyé ou si l'urée est peu concentrée, ce sont les bactéries de la putréfaction qui prennent naissance, et il n'y a presque pas de formation d'ammoniaque.

» En cultivant ce ferment organisé, on voit qu'il ne se développe bien que s'il se trouve des matières albuminoïdes en solution. C'est ce qui explique peut-être qu'il n'y a guère de fermentation ammoniacale de l'urine que lorsqu'il y a des inflammations de la vessie, de manière qu'il y ait du mucus ou de l'albumine dans cette urine.

» Il n'est pas douteux que cette fermentation de l'urée n'ait lieu dans l'estomac des animaux vivants, quand, par suite de l'exosmose de l'urée, cette substance se trouve dans les liquides gastriques. Par conséquent, la formation de l'ammoniaque dans l'urémie semble due à la fermentation intra-stomacale de l'urée par des organismes microscopiques [1]. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Propriétés physiologiques et thérapeutiques de la cédrine et de la valdivine.* Note de MM. **Dujardin-Beaumetz** et **A. Restrepo**, présentée par M. Vulpian.

« Au mois de décembre dernier, M. Tanret communiquait à l'Académie les résultats de l'analyse de deux fruits de la Colombie, le cédron (*Simaba cedron* J.-E. Pl.) et le valdivia (*Picrolemna valdivia*, G. Pl.), souvent confondus sous le nom de *noix de cédron*; M. Tanret donna le nom de *cédrine* et de *valdivine* aux principes actifs retirés par lui de ces fruits. Nous avons

---

[1] Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.

étudié chez les animaux et chez l'homme l'action physiologique et thérapeutique de ces deux substances, et voici les résultats de nos expériences.

» La valdivine possède des propriétés toxiques au plus haut degré; à la dose de $0^{gr},002$ à $0^{gr},004$, en injection hypodermique, elle détermine la mort d'un lapin de 2^{kg}, et celle d'un chien de taille au-dessus de la moyenne à la dose de $0^{gr},006$. La caractéristique de son action est la lenteur avec laquelle elle se produit; en effet, la mort n'a lieu que de cinq à dix heures après l'injection, même si la dose injectée est plusieurs fois mortelle. Chez les chiens, la valdivine provoque des vomissements violents, presque continus; les lapins ne vomissent pas, mais quatre ou cinq heures après l'injection ils tombent dans un état de profonde torpeur, qui persiste jusqu'à la mort, mort qui survient lentement et n'est point précédée de convulsions.

» Chez l'homme, par la voie stomacale, la valdivine, à la dose de $0^{gr},004$, provoque souvent des vomissements au bout d'une demi-heure; par la voie hypodermique, cette action est plus lente et moins constante. Administrée contre les morsures de serpent et contre les inoculations de rage, la valdivine n'a jamais empêché la terminaison fatale. Cependant M. Nocard, qui l'a expérimentée à Alfort sur des chiens enragés, à la dose de $0^{gr},004$ par jour, a observé d'une manière constante la suppression complète des accès. Les animaux soumis à ce traitement restent insensibles à tout ce qui se passe autour d'eux et meurent sans avoir eu de convulsions. A l'autopsie, on constate une congestion beaucoup moins vive des organes génitaux que chez les animaux enragés non traités.

» La valdivine ne paraît avoir aucune action sur les fièvres intermittentes.

» La cédrine est beaucoup moins toxique que la valdivine; il en faut environ $0^{gr},010$ pour déterminer la mort d'un lapin de petite taille; à la dose de $0^{gr},004$ en injection hypodermique, elle produit des vertiges chez l'homme. Pas plus que la valdivine, la cédrine n'a d'action sur les morsures de serpent; toutefois elle possède des propriétés fébrifuges incontestables, quoique son action soit plus lente et moins sûre que celle du sulfate de quinine.

» La valdivine et la cédrine ne produisent pas sur les grenouilles, même à doses élevées, des phénomènes toxiques. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur quelques expériences relatives à l'action physiologique de l'*Erythrina corallodendron [1]. Note de MM. **Bochefontaine** et **Ph. Rey**, présentée par M. Vulpian.

« L'*Erythrina corallodendron*, ou *mulungú*, est un grand arbre de la famille des Légumineuses (Papillionacées); il croît dans le nord du Brésil où son écorce est vulgairement employée comme calmant et hypnotique, sous forme de décoction, de teinture et d'extrait.

» M. Ph. Rey ayant rapporté du Brésil un morceau d'écorce de mulungú avec un échantillon d'extrait, nous avons tout d'abord recherché si la décoction d'écorce ou la solution aqueuse et filtrée d'extrait, traitées par les réactifs de MM. Bouchardat, Valser, etc., donneraient les précipités caractéristiques de la présence d'un alcaloïde. Le résultat a été positif.

» Dans diverses expériences sur des Batraciens et des Mammifères, nous avons ensuite essayé de reconnaître si l'écorce du mulungú possède une action physiologique déterminée.

» Nous ne parlerons ici que des phénomènes observés chez les chiens soumis à l'influence du liquide provenant de la filtration de l'extrait dissous dans l'eau. On avait préalablement constaté que la décoction ou macération d'écorce produit les mêmes modifications physiologiques que l'extrait brut ou filtré. Le liquide a dû être introduit par les veines, le peu d'extrait qui restait à notre disposition ne permettant pas de procéder autrement. Nous savons d'ailleurs que l'action locale du liquide injecté est nulle ou insignifiante.

» Si l'on injecte dans une veine saphène, vers le cœur, le liquide limpide provenant de la filtration de 2^{gr} d'extrait dissous dans l'eau, on voit, au bout de quelques minutes, apparaître un léger frisson général, intermittent, dont les accès se rapprochent en même temps qu'ils augmentent d'intensité, et auquel ne tardent pas à succéder de l'abattement et de la faiblesse. L'animal fléchit en marchant, et il ne parvient à se tenir sur ses quatre membres qu'à la condition de les écarter les uns des autres, afin d'agrandir sa base de sustentation; il reste dans cette attitude, abaissant peu à peu la tête jusqu'à ce que son nez vienne heurter le sol. Il tressaute alors, sort en partie de sa somnolence, et, la tête toujours basse, il se dirige lentement, en chancelant, vers un angle obscur où il s'affaisse comme pour dormir. Un instant après, il se relève spontanément, mais avec peine, piétine en oscillant sur ses quatre membres, fait des efforts de défécation et vomit. Il commence à uriner goutte à goutte;

[1] Travail du laboratoire de M. Vulpian.

puis, redevenu calme, abattu, il va de nouveau se laisser tomber dans un coin où il demeure immobile, profondément engourdi. Il n'a pas cependant perdu complètement la motilité, et sa sensibilité n'est pas absolument éteinte, car si on le pince, si on le déplace, il pousse des gémissements plaintifs, fait quelques efforts impuissants pour se relever et retombe dans l'immobilité.

» Avant l'injection intra-veineuse, on comptait par minute cent vingt battements du cœur, on n'en trouve plus que quatre-vingts lorsque l'animal est dans la période de l'empoisonnement, et la température centrale s'est abaissée de 2° environ.

» Cet état de torpeur persiste pendant sept ou huit heures, l'urine continuant à sortir goutte à goutte par l'extrémité préputiale.

» Si l'animal est jeune ou peu robuste, il succombe au bout de ce temps sans sortir de l'engourdissement; dans le cas où il est adulte et vigoureux, la prostration décroît à partir de cette période, mais elle décroît progressivement, lentement, de sorte que, un, deux et même trois jours après l'intoxication, il existe encore de la faiblesse, de la lenteur dans les mouvements de l'animal.

» L'ensemble de ces phénomènes d'une part, et d'autre part la persistance de l'excito-motricité nerveuse et de la contractilité musculaire, conduisent à conclure que l'*Erythrina corallodendron* agit sur le système nerveux central pour en diminuer ou abolir le fonctionnement normal.

» L'écorce d'*Erythrina corallodendron* possède donc les propriétés calmantes qui lui sont attribuées au Brésil, et elle les doit sans doute à l'alcaloïde qu'elle contient, et que l'on peut désigner sous le nom d'*érythrine.* »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les lésions des os, dans l'ataxie locomotrice.* Note de M. R. Blanchard, présentée par M. Vulpian.

« Les cliniciens ont reconnu que, dans l'ataxie locomotrice progressive, les os peuvent être le siège de deux phénomènes pathologiques bien distincts : on peut observer ou bien des fractures dites spontanées, siégeant vers le milieu de la diaphyse des os longs, ou bien de l'usure des épiphyses. On tend à admettre actuellement que ces deux ordres de phénomènes ne se rencontrent jamais sur un même malade et qu'ils s'excluent mutuellement.

» Quelles sont les modifications chimiques ou anatomiques de la constitution intime de la substance osseuse dans le cas de fractures spontanées ou d'usure des épiphyses?

» M. P. Regnard s'est occupé déjà de la partie chimique de la ques-

tion [1], et il a fait voir que, dans les cas d'arthropathie des ataxiques, l'os renferme beaucoup plus de graisse et beaucoup moins de phosphate de chaux qu'à l'état normal; l'osséine, les carbonates et les chlorures demeurent normaux.

» Il restait donc à étudier les modifications anatomiques survenues dans la substance osseuse au cours de la maladie : c'est ce que j'ai pu faire sur des pièces qu'ont bien voulu mettre à ma disposition MM. Charcot et Debove.

» Si l'on examine une coupe transversale pratiquée sur un os non décalcifié à l'aide des procédés ordinaires, on constate au premier abord que les canaux de Havers sont considérablement dilatés; il y a donc résorption du tissu osseux au pourtour de ces canaux. Cette raréfaction de la substance osseuse ne marche pas toujours avec une égale rapidité sur toute la circonférence d'un même canal, mais il arrive au contraire fréquemment que l'érosion progresse plus vite en un certain point; si, dans le système de Havers voisin, le canal est le siège d'un processus analogue, il peut se faire que les deux canaux se rencontrent, et on les voit alors communiquer l'un avec l'autre, non point au moyen d'une anastomose normale, mais par une lacune pathologiquement creusée au sein du tissu osseux.

» Le processus de résorption de la substance osseuse est d'autant plus actif que les canaux qui en sont le siège sont eux-mêmes plus rapprochés du canal médullaire central. Les canaux de Havers les plus élargis se montrent donc au voisinage immédiat du canal médullaire; en ce point, ils peuvent atteindre jusqu'à 500^{μ} de diamètre; ce ne sont plus alors, à proprement parler, des canaux de Havers, en ce sens que les couches concentriques de tissu osseux qui composaient primitivement leur système ont complètement disparu par résorption, et l'on n'a plus affaire qu'à une sorte de vaste lacune, creusée au milieu des systèmes de Havers environnants et parfois séparée de la cavité centrale de l'os par une lamelle de substance osseuse extrêmement mince. On conçoit que, le travail de résorption portant sur cette lamelle, celle-ci disparaisse bientôt, et alors la cavité centrale, venant à communiquer largement avec la lacune, se trouve élargie d'autant. C'est par ce processus qu'il faut s'expliquer le travail d'amincissement progressif que présentent les os longs dans l'ataxie locomotrice.

» La résorption, avons-nous dit, est d'autant plus accentuée qu'elle

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXIX, n° 24, p. 1041; 15 décembre 1879.

porte sur des systèmes de Havers plus rapprochés du centre de l'os. On trouve tous les intermédiaires entre l'état normal et l'extrême dilatation des canaux de Havers que nous avons signalée au voisinage même du canal central de l'os. Si, par exemple, on examine une coupe transversale vers le milieu de son épaisseur, on trouvera des canaux de Havers de dimensions fort variables, mais dont la plupart présenteront un diamètre oscillant entre 100^{μ} et 250^{μ}; dans les cas de ce genre, les systèmes de Havers ne sont plus représentés que par deux ou trois lamelles concentriques, plus ou moins régulièrement érodées. Ces canaux, comme on le voit, présentent un diamètre notablement plus grand qu'à l'état normal; on sait, en effet, que leur diamètre normal est de 30^{μ} à 60^{μ}.

» Dans les os d'ataxiques examinés à l'état frais, on voit que tous ces canaux élargis sont remplis de graisse : c'est là sans doute ce qui explique en partie l'observation faite par M. Regnard d'une quantité considérable de graisse, au cours de ses analyses chimiques.

» On sait que l'os normal et non décalcifié ne se colore pas si on le plonge, même pendant plusieurs heures, dans le picrocarminate d'ammoniaque ou dans tout autre réactif colorant. Or, si l'on fait subir à un os d'ataxique la même préparation, on constate que les systèmes de Havers sur lesquels porte la lésion ont pris une coloration rouge plus ou moins intense, le reste de la coupe demeurant incolore. Comme on le sait, l'os décalcifié présente seul ce caractère de fixer les matières colorantes. Dans le cas spécial qui nous occupe, c'est donc que les matières inorganiques ont diminué dans les systèmes de Havers qui se colorent. Cette observation est entièrement d'accord avec la diminution, notée par M. Regnard, de la quantité proportionnelle des phosphates.

» A côté de ces systèmes dont le canal est élargi, on en observe d'autres dont le canal se présente avec l'apparence normale, mais qui fixent cependant les réactifs colorants. On peut dire que, dans ce cas, on a affaire à des systèmes de Havers que vient d'atteindre la lésion, et l'on peut prévoir que les canaux placés au centre de ces systèmes n'auraient pas tardé à s'élargir, par le fait de la résorption des lamelles les plus proches du centre. Cette observation montre enfin que la lésion débute par une disparition de certains sels calcaires et que l'érosion du système de Havers est un phénomène secondaire.

» Sur des os où la lésion est arrivée à son maximum, les canaux de Havers les plus voisins de la périphérie s'élargissent eux-mêmes et viennent s'ouvrir au dehors par de vastes lacunes qui donnent à la surface de l'os un aspect dentelé et déchiqueté.

» Ces lésions se retrouvent aussi bien dans les cas d'usure des épiphyses que dans ceux de fractures spontanées; l'Anatomie pathologique semble donc être ici en désaccord avec la Clinique, car les observations cliniques faisaient jusqu'à un certain point pressentir que les lésions devaient être différentes dans ces deux formes, cliniquement bien distinctes. Voyons si ce désaccord apparent ne pourrait pas s'expliquer de quelque manière et si l'on ne pourrait pas donner de l'exclusion réciproque des fractures spontanées et de l'arthropathie une explication satisfaisante.

» Tout d'abord on admettra facilement que dans l'os, de même que dans tout autre organe, le travail pathologique peut être plus actif en un certain point que dans le reste de l'organe. Que la lésion débute ou marche plus vite au niveau des épiphyses qu'au niveau du corps de l'os, on aura l'usure des extrémités, et, dans ce cas, il est très facile de concevoir pourquoi on ne rencontre point de fractures de la diaphyse. Quand l'arthropathie est établie, on peut bien encore imprimer des mouvements aux membres du malade, mais celui-ci est dans l'impossibilité de les mouvoir lui-même, et, par conséquent, il ne peut s'en servir d'une façon utile : les fractures ne peuvent donc se produire, bien que, dans la diaphyse, la substance osseuse soit raréfiée et que l'os ait, par suite de son amincissement, considérablement perdu de sa solidité. Si au contraire la lésion débute ou marche plus vite au niveau de la diaphyse, les articulations demeurent relativement saines, le malade peut encore se mouvoir : de là les fractures dites spontanées.

» Nous venons de voir pourquoi il n'y a pas de fractures dans les cas d'arthropathie; l'explication doit sembler satisfaisante, et elle est d'accord avec les observations cliniques. Mais les cliniciens admettent que, inversement, les fractures spontanées ne coïncident jamais avec l'usure des épiphyses. Nous ne comprenons pas cette exclusion, de par l'Anatomie pathologique, et nous pensons qu'il y a lieu de faire à cet égard des observations nouvelles : peut-être verra-t-on alors l'usure des épiphyses se produire postérieurement aux fractures. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la présence de la trichine dans le tissu adipeux.* Note de M. **J. Chatin**, présentée par M. Bouley.

« Tous les auteurs représentent la trichine comme *spéciale au système musculaire* et s'accordent à signaler son absence dans le tissu adipeux, qui posséderait à cet égard une immunité absolue.

» Au cours de mes précédentes études sur les viandes trichinées, j'avais observé un fait qui semblait peu favorable à cette localisation constante de la trichine dans les masses contractiles; en effet, si les kystes se montraient le plus souvent au milieu des fibres musculaires qui les entouraient de toutes parts, ils apparaissaient également sur les confins des cloisons adipeuses ou se trouvaient même complètement plongés dans leur épaisseur.

» Ces variations dans l'habitat du nématode atténuaient notablement la rigueur de la doctrine classique; pour achever d'apprécier l'exacte valeur de celle-ci, une question restait à examiner : l'helminthe n'existerait-il que dans les lamelles adipeuses interposées aux faisceaux musculaires [1], ou se trouverait-il également dans les masses de graisse qui, par leur développement et leur situation, peuvent revendiquer une réelle autonomie? La solution devait être cherchée par deux voies, que j'ai successivement suivies.

» *a*. Des fragments de lard détachés de salaisons trichinées (lard de poitrine) furent, après durcissement, examinés en coupes minces sous un grossissement de $\frac{120}{1}$. La plupart des préparations ne présentèrent nulle trace du parasite; sur quelques-unes, au contraire, les trichines apparurent, nettement caractérisées, n'offrant aucune altération appréciable, mais se montrant non enkystées et à peine adhérentes au tissu ambiant [2], ainsi qu'on les observe dans les muscles des animaux qui meurent durant la première période de la phase musculaire de la trichinose.

» *b*. Des morceaux de ce même lard, choisis loin de toute masse musculaire, furent traités par l'éther et le sulfure de carbone; le résidu, examiné sous le grossissement précédemment indiqué, montra plusieurs trichines, dont quelques-unes étaient enkystées.

» La présence des trichines dans le tissu adipeux ne saurait donc être désormais contestée. Le fait est intéressant pour l'histoire naturelle de l'helminthe et peut-être aussi pour la prophylaxie de la trichinose. Il con-

---

(1) J'ai à peine besoin de rappeler qu'il s'agit ici des lamelles adipeuses existant normalement entre les faisceaux musculaires, et nullement des collections graisseuses qui peuvent apparaître secondairement dans le voisinage des kystes.

(2) Peut-être même cette particularité indique-t-elle que le porc a été abattu peu de temps après la migration et la dissémination des larves, hypothèse d'autant plus admissible, que les kystes innombrables qui se trouvaient dans la partie musculaire du lard s'y montraient à l'état absolu d'intégrité fonctionnelle, n'offrant aucun indice de crétification ou d'altération granuleuse.

vient toutefois de remarquer l'état qui caractérise la plupart des vers observés dans la graisse : presque toujours ils se montrent libres ou à peine fixés aux éléments voisins; on pourrait donc les regarder comme des nématodes n'ayant pu atteindre encore leur station normale, si la présence de trichines enkystées ne venait démontrer la possibilité pour ces parasites d'accomplir, dans ce milieu, la période stagiaire de leur existence. Je crois même que l'étude des trichines enkystées dans la substance grasse pourra contribuer à élucider le mode de constitution du kyste, question qui divise actuellement les helminthologistes.

» Tels sont les résultats fournis par l'observation; quant aux faits expérimentaux, je me borne à mentionner que les animaux dans l'alimentation desquels j'ai fait entrer ces lards n'ont encore offert aucun phénomène morbide, tandis que les sujets de la même espèce nourris avec la partie musculaire des mêmes quartiers ont présenté les symptômes caractéristiques de la trichinose intestinale, à laquelle quatre d'entre eux ont déjà succombé. Il semble donc que l'action nocive des lards trichinés soit assez faible; mais, certains faits commandant sur ce point une extrême réserve, il est indispensable de poursuivre les recherches et de multiplier les expériences. Dans tous les cas, la présence des trichines, et surtout des trichines enkystées, dans le tissu adipeux, impose dès maintenant l'obligation d'examiner les viandes suspectes dans leur substance grasse comme dans leurs parties musculaires. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'état virulent du fœtus, chez la brebis morte du charbon symptomatique*. Note de MM. **Arloing**, **Cornevin** et **Thomas**, présentée par M. Bouley.

« En 1857, Braüell, de Dorpat, a constaté que le sang d'un embryon dont la mère est morte du charbon ne transmet pas la maladie (*Virchow's Archiv*). Sept ans plus tard (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LIX, p. 393; 1864), M. Davaine a observé sur deux cobayes qui portaient chacun deux fœtus à terme, au moment où il les a inoculés du charbon, que le sang de ces fœtus était tout à fait exempt de filaments du sang de rate, tandis que celui des mères et celui de leurs placentas mêmes en contenaient par myriades. De 1864 à 1868, il a fait plusieurs fois la même constatation, de sorte que le placenta maternel lui apparaissait comme un filtre qui retenait en deçà les bactéridies charbonneuses. Enfin il a confirmé les résultats de l'observation simple par l'inoculation.

« Quatre cobayes furent inoculés, l'un avec le sang du placenta qui contenait des bactéridies et les trois autres avec celui du cœur, de la rate et du foie du fœtus qui n'en contenait pas. Or le premier cobaye mourut le lendemain infecté de nombreuses bactéridies, tandis que les trois autres, inoculés avec le sang du fœtus, ne furent nullement malades. » (*Archives générales de Médecine*, 1868).

» Cette expérience est décisive: sur la femelle atteinte de sang de rate, l'agent infectieux n'envahit pas le fœtus.

» Depuis que M. Chauveau a montré que la brebis transmet à son produit l'immunité contre le sang de rate conférée par des inoculations préventives, la contradiction apparente qui existe entre ce fait important et la démonstration péremptoire faite par Davaine de l'absence du principe contagieux dans le sang du fœtus a fait entreprendre de nouvelles expériences avec l'intention de savoir ce qui se passe spécialement dans les animaux de l'espèce ovine. Les expériences de M. Chauveau, non encore publiées, ont pleinement confirmé les résultats connus : les bactéridies ne gagnent pas les vaisseaux du fœtus même après la mort de la mère, tant que les altérations cadavériques n'ont pas établi de libres communications entre les deux appareils circulatoires, dans les placentas.

» Que se passe-t-il dans le cas où la femelle est atteinte du charbon symptomatique? Nous avons trouvé sous ce rapport une nouvelle différence à ajouter à celles que nous avons signalées précédemment entre les deux affections.

» Le 12 janvier 1881, nous inoculons une brebis en état de gestation; elle meurt dans la nuit du 13 au 14 avec des lésions caractéristiques. Dans la matinée du 14, à l'autopsie, on trouve dans l'utérus un fœtus mâle. On l'extrait et on le lave avec soin. Ce jeune sujet présente des infarctus dans les muscles de l'abdomen et des régions crurales internes et olécraniennes du côté droit; le ganglion préscapulaire correspondant est rouge et volumineux : toutes lésions qui ont, objectivement, les plus grandes ressemblances avec celles que l'on observe chez les adultes et renferment les microbes en bâtonnets caractéristiques du charbon symptomatique.

» Le 7 février, nous faisons une seconde observation dans de bien meilleures conditions. Une brebis pleine meurt ce jour-là du charbon symptomatique. *Vingt minutes* après la mort, on ouvre l'abdomen, on enlève l'utérus; d'un seul coup, avec un instrument flambé, on divise les parois utérines et les enveloppes fœtales. Pendant que le liquide allantoïdien et amniotique s'écoule, on coupe le cordon ombilical, on retire le fœtus très rapidement et on le porte sous un filet d'eau. Avant toute chose, on

ouvre la poitrine du jeune sujet, afin de puiser dans le cœur, à l'aide d'une seringue à canule capillaire, quelques gouttes de sang que l'on injecte dans les muscles cruraux d'un cochon d'Inde. On procède ensuite à l'autopsie du petit cadavre; elle démontre l'existence de taches ecchymotiques sous la peau de la base de la queue et dans les muscles grands dentelés; ces taches présentent des microbes en bâtonnets nucléés. Le sang renferme des granulations et de rares bâtonnets mobiles, dépourvus de noyau. Le cochon d'Inde inoculé avec ce sang présente des lésions typiques et meurt en moins de quinze heures.

» On peut conclure de ces faits que le jeune sujet est affecté dans le sein de sa mère, atteinte du charbon symptomatique, de la maladie complète avec infarctus musculaire, œdèmes, sang virulent et microbes en bâtonnets, c'est-à-dire avec les lésions que l'on observe chez les adultes. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Illusion relative à la grandeur et à la distance des objets dont on s'éloigne.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Lorsque l'on se déplace avec une vitesse régulière et suffisamment grande, et que, la tête étant dirigée en sens contraire du mouvement, on tient son regard fixé sur un ou plusieurs objets éloignés, on éprouve une curieuse illusion. Ces objets, au lieu de paraître diminuer de grandeur et s'éloigner de nous, comme on devrait s'y attendre, semblent au contraire augmenter de plus en plus, et en même temps on les voit se rapprocher. Cette observation est surtout facile à faire quand on est entraîné par une voiture sur une route assez droite et qu'on regarde au loin par derrière. L'illusion dont je parle commence déjà à se produire pour moi à partir d'une distance d'environ 20^m; elle augmente de netteté avec la distance.

» L'effet inverse se produit également, c'est-à-dire que les objets lointains vers lesquels on s'avance semblent s'éloigner et se rapetisser, mais notre expérience a sans doute corrigé en grande partie cette illusion, car elle est moins nette que la précédente. Celle-ci n'est certainement aussi marquée que parce que nous n'avons pas l'habitude de marcher à reculons et qu'ainsi nous n'avons pas pu, dans ce cas particulier, rectifier les données premières de notre sens visuel.

» Pour expliquer ces phénomènes, il faut remarquer que nous jugeons des changements de distance d'un objet au moyen de plusieurs éléments :

quand un objet s'éloigne, notre accommodation se relâche d'une certaine quantité pour adapter l'œil à la nouvelle distance; la convergence des lignes visuelles devient moins grande, par un certain déplacement des deux yeux en dehors; en même temps, l'image rétinienne de l'objet diminue; de la comparaison de ces trois impressions se dégage, par expérience, l'appréciation du déplacement de l'objet.

Or, l'accommodation peut être considérée comme complètement relâchée pour une distance de 15^m à 20^m; de plus, les yeux ne convergent plus alors que d'une faible fraction de degré (6′ ou 7′) et sont ainsi sensiblement parallèles. Nous n'avons plus alors pour apprécier les changements de distance que les variations de grandeur de l'image rétinienne. Or, celle-ci varie, pour un même objet, en raison inverse de la distance, c'est-à-dire que la variation, d'abord très grande, diminue progressivement et finit par devenir inappréciable pour notre jugement. Ainsi, quand on s'éloigne de 1^m d'un objet déjà situé à 1^m de distance, l'image rétinienne de l'objet diminue de moitié (exactement de $\frac{51}{100}$); quand on s'éloigne de 1^m d'un objet situé à 10^m, l'image rétinienne ne diminue plus que de $\frac{8}{100}$; si l'on s'éloigne de la même quantité d'un objet situé à 100^m, la diminution de grandeur n'est plus que de $\frac{1}{100}$; elle est de $\frac{1}{1000}$ pour une distance de 1000^m; enfin, à 10^{km}, l'image rétinienne diminue seulement de $\frac{4}{100000}$ pour le même éloignement de 1^m.

Qu'arrive-t-il donc lorsque nous nous éloignons d'un objet assez distant? C'est que son image rétinienne ne nous semble pas diminuer en proportion de notre propre déplacement, car nous sommes habitués à exercer notre jugement sur des objets rapprochés, pour lesquels la variation de dimension des images rétiniennes est beaucoup plus forte, et pour lesquels nous avons d'autres éléments d'appréciation, tels que l'état de notre accommodation et le degré de convergence de nos yeux. Nous avons donc dans le fait précédent l'impression d'une image rétinienne qui grandit, puisque d'après nos prévisions elle devrait diminuer sensiblement, et qu'elle reste, par le fait, à peu près stationnaire. L'objet nous semble donc grandir lui-même, et nous rapportons, comme dans les illusions bien connues de la fantasmagorie, cette augmentation apparente de grandeur à un rapprochement de l'objet. »

ZOOLOGIE. — *Sur les organes du goût des Poissons osseux.* Note de M. E. JOURDAN [1], présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« F.-E. Schulze, dans deux Mémoires publiés l'un en 1862, l'autre en 1867, décrivit les corps cyathiformes du Barbeau ainsi que ceux des têtards du *Pelobates fuscus*, leur trouva une structure analogue à celle des corpuscules décrits par Loven et Schwalbe dans la langue des Mammifères, et fut ainsi conduit à attribuer aux corps cyathiformes des Poissons des onctions identiques à celles des boutons gustatifs de la langue des Mammifères.

» Nos recherches sur plusieurs Poissons, et en particulier sur le *Peristedion cataphractum* ou Malarmat, nous ont permis d'observer quelques faits nouveaux qui confirment l'opinion de F.-E. Schulze.

» Le Malarmat offre cette particularité remarquable de posséder à la fois des barbillons semblables à ceux du *Mullus barbatus* et des rayons libres identiques à ceux des Trigles. L'épaisse cuirasse qui recouvre le corps de ces Poissons semble justifier le développement de ces organes du goût et du toucher et leur groupement sur des régions distinctes. Les barbillons du Malarmat, tantôt disposés en houppe, tantôt isolés, bordent, au nombre de dix à douze, la mâchoire inférieure; deux d'entre eux atteignent toujours de très fortes dimensions et présentent des ramifications secondaires. Tous ces barbillons sont garnis de corps cyathiformes peu volumineux et constitués par la réunion de deux sortes de cellules : les unes, groupées au centre et faisant à la surface du barbillon une légère saillie, sont semblables à des fibres pourvues d'un noyau volumineux; les autres, disposées à la périphérie, sont cylindriques et se terminent par un plateau. Ces petits organes existent non seulement sur les barbillons, mais ils sont encore répandus en grand nombre dans la muqueuse qui tapisse la cavité buccale; ils sont disposés en série dans le pharynx et occupent, au nombre de trois ou quatre, chacune des petites papilles qui hérissent la langue rudimentaire. Ils siègent toujours dans l'épiderme; mais leur structure est difficile à apprécier, à cause de leurs faibles dimensions.

» Les corps cyathiformes du *Mullus barbatus* sont beaucoup plus volu-

---

[1] Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Zoologie marine de Marseille, dirigé par M. Marion.

mineux; aussi avons-nous pu en faire une étude plus complète. Ils sont semblables à ceux que F.-E. Schulze a décrits chez le Barbeau et chez la Tanche. Chaque corpuscule est situé en un point de l'épiderme correspondant à une papille du derme; il tranche nettement sur les cellules qui l'entourent, par la coloration foncée qu'il prend après l'action de l'acide osmique et par l'aspect des éléments qui le constituent. Chacun d'eux est formé de cellules, appartenant à deux types, entre lesquelles on observe toutes les formes de transition : les unes sont cylindriques et situées à la périphérie; les autres, groupées au centre du corps ovoïde, se terminent par un prolongement conique, dont les pointes, le plus souvent masquées par du mucus, apparaissent moins nettement que chez le Malarmat. Tous ces éléments sont munis d'un noyau volumineux, et leur protoplasma est fortement coloré par l'osmium. A la base de chaque corpuscule, on aperçoit un petit amas granuleux formé par les prolongements basilaires et variqueux des cellules des corps cyathiformes; c'est dans cet amas granuleux que disparaissent les cylindres-axes des fibres nerveuses et d'où émergent les cellules des corpuscules. Le *Mullus barbatus* possède des corps ovoïdes identiques à ceux que nous venons de décrire dans la muqueuse de la langue et du pharynx.

» Chez les Trigles, nous avons trouvé sur la langue des corpuscules cyathiformes. Il est probable qu'ils doivent exister dans la muqueuse buccale de la plupart des Poissons.

» Des faits que nous venons de signaler nous devons conclure que, parmi les terminaisons nerveuses des Poissons décrites par M. Jobert sous le nom d'*organes du toucher*, nous devons distinguer ceux qui possèdent des corps cyathiformes et ceux qui en sont dépouvus. Quelles fonctions devons-nous attribuer aux uns et aux autres? Après les recherches de F.-E. Schulze, de F. Todaro, d'Engelmann, de Loven et de Schwalbe, il nous paraît difficile de ne pas considérer les corps cyathiformes des Poissons comme des boutons gustatifs. Leur structure et leur situation dans l'épiderme les éloignent complètement des corpuscules du toucher, tels qu'on les étudie habituellement chez les Oiseaux et les Mammifères.

» Le sens du goût acquiert ainsi chez les Poissons une importance qui peut paraître exagérée, mais qui nous semble justifiée par la nature du milieu où vivent ces animaux. La recherche de la nourriture chez ces êtres doit être surtout guidée par des terminaisons sensitives plus particulièrement destinées à la réception des émanations gustatives; c'est ce qui nous explique la distribution de corpuscules cyathiformes sur des organes

externes, appareils d'exploration dont la situation a trompé les observateurs, mais qui ne doivent pas plus nous surprendre que l'existence d'otocystes bien constitués, loin de la tête, sur les derniers anneaux des Mysis.

» Nous nous proposons d'exposer dans un travail d'ensemble les résultats de nos observations sur les organes du goût et du toucher des Poissons osseux. Prenant pour guide la nature des terminaisons nerveuses qui siègent dans les barbillons, les tentacules, les rayons libres, nous essayerons de déterminer leurs fonctions chez les principales espèces de nos côtes de Marseille. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la puissance toxique des microzymas pancréatiques en injections intra-veineuses.* Note de MM. **J. Béchamp** et **E. Baltus.** (Extrait par les auteurs.)

« Nous avons démontré, en 1880 (*Comptes rendus*, février et mars), que la diastase de l'orge germée et la pancréatine, introduites dans le sang à doses déterminées, entraînent la mort.

» M. A. Béchamp ayant récemment fait voir que les microzymas pancréatiques résument toutes les propriétés connues du pancréas [1], nous avons recherché si l'injection de ces microzymas, facteurs d'une zymase reconnue toxique, amènent les mêmes résultats que l'injection de la zymase elle-même. Pour cela, nous avons institué trois séries d'expériences.

» La première série comprend cinq expériences, dans lesquelles on a injecté, à doses variables, des microzymas pancréatiques parfaitement isolés et lavés.

» La deuxième série comprend deux expériences d'injection de microzymas pancréatiques putréfiés, mélangés à des microzymas de la fibrine et transformés en majeure partie en bactéries.

» La troisième série comprend deux expériences d'injection de microzymas hépatiques.

» Il résulte des expériences de la première série que l'injection dans le sang des microzymas pancréatiques isolés, jouissant de leur puissance digestive sur les matières albuminoïdes et la fécule, détermine la mort presque immédiate, quand la proportion atteint $0^{gr},0001$ par kilogramme du poids de l'animal. Il nous est impossible de fournir jusqu'à présent

(1) *Comptes rendus*, 17 janvier 1881.

une explication satisfaisante du mécanisme de la mort, les seules lésions constatées ayant été de la congestion plus ou moins accentuée de la muqueuse digestive principalement, congestion pouvant aller, dans certaines conditions de délai, jusqu'à la suffusion sanguine.

» Il résulte des expériences de la deuxième série que l'injection des microzymas pancréatiques putréfiés, ayant évolué en majeure partie en bactéries et privés à ce moment de leur puissance transformatrice normale, ne produit aucun accident.

» De là, ces corollaires importants : que le mécanisme de la mort ne saurait être rapporté à des embolies, qui d'ailleurs n'ont jamais été constatées; que les bactéries provenant de l'évolution des microzymas pancréatiques et des microzymas de la fibrine sont absolument inoffensives; qu'un changement complet et radical de fonction a été pour ces éléments la conséquence de la putréfaction expérimentalement provoquée.

» Les expériences de la troisième série démontrent que l'injection des microzymas du foie est parfaitement inoffensive, fait qui vient encore à l'appui de la spécialité d'action des microzymas pancréatiques. »

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Ossements humains trouvés dans le diluvium de Nice; examen de la question géologique.* Note de M. **Desor**, présentée par M. de Quatrefages.

« Il y a deux mois environ qu'un propriétaire du quartier de Carabacel, près de Nice, M. Ed. Jochim, en faisant creuser une cave dans sa propriété sur le chemin de Valrose, reconnut, parmi les déblais qu'on venait d'extraire de l'excavation, un certain nombre d'ossements humains. L'aspect de ces débris l'engagea à les recueillir, pour les soumettre à l'examen de personnes compétentes. L'une des pièces, une mâchoire inférieure, paraissait surtout digne d'attention. La Société niçoise des Sciences et la Société des Lettres et Sciences de Nice se réunirent et nommèrent une Commission pour examiner ces ossements (1) et étudier les divers problèmes soulevés par leur présence en plein terrain.

» La question géologique se présentant la première pour juger de l'im-

(1) Cette Commission se composait de MM. Desor, président; Dr Niepce fils, secrétaire de Chambrun de Rosemont, Dr Maurin, Dr Niepce père, Brun, ingénieur, l'abbé Constant, Dr Henry. Les Notes ci-dessus sont extraites du Rapport fait par cette Commission.

portance de la découverte, nous plaçons ici l'indication des couches superposées au point dont il s'agit.

$1^m,25$.	Terre végétale.
$1^m,93$.	Limon calcaire tuffacé † *Emplacement du squelette.*
$1^m,03$.	Sable siliceux avec coquilles pliocènes et nummulitiques.
2^m.	Gravier plus ou moins congloméré.
	Conglomérat compacte.

» Le dépôt qui renferme les débris du squelette se trouve à une altitude relativement considérable, 25^m à 30^m au-dessus du fond des vallées avoisinantes. Il y avait lieu dès lors de s'assurer avant tout qu'il s'agissait bien d'un gisement naturel au milieu d'un sol vierge et non pas d'une inhumation, comme on pourrait le supposer. La Commission n'a pas tardé à s'assurer qu'il n'existe aucune trace de remaniement ni d'irrégularité autour de la cavité de laquelle le squelette a été extrait. Le sol y a conservé sa blancheur et son homogénéité parfaite, sans aucune trace d'infiltration ou de mélange de terre étrangère, ce qui cependant aurait dû arriver, si l'on considère que la couche de terre végétale qui surmonte la cavité (et que la fosse funéraire aurait dû traverser) est d'une couleur brune et d'aspect très différent. Il n'est guère possible d'admettre qu'il ne se serait pas mêlé quelques éboulis de cette terre au limon compacte qui recouvre le squelette. Or ce dernier est parfaitement immaculé, et la Commission, à l'unanimité, a conclu qu'il ne pouvait être question d'une inhumation. Il n'existe du reste aucun vestige d'un mobilier funéraire, ni d'armes en silex.

» Le banc dans lequel se trouve empâté le squelette est une sorte de limon plus ou moins tuffeux et argileux, dans lequel se trouvent cependant, par-ci par-là, quelques gros galets de calcaire dolomitique [1]. Son épaisseur est de $1^m,93$, dont $1^m,35$ au-dessus et $0^m,58$ au-dessous du squelette. Ce banc de limon repose à son tour sur une couche de sable de $1^m,03$, composée d'éléments calcaires et siliceux en quantité à peu près égale. Au sable succède un amas de conglomérat très peu agglutiné, passant parfois à un véritable gravier. Vient ensuite un conglomérat compacte à gros éléments, qui a empêché le propriétaire de pousser plus loin son excavation.

» La stratification n'a rien de constant. Elle incline tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, comme cela se voit fréquemment dans les terrains quaternaires. Cette circonstance, ainsi que l'épaisseur variable des différentes assises, sont de nature à corroborer l'idée qu'il s'agit bien ici de dépôts torrentiels formés, tantôt de gros, tantôt de petits matériaux, suivant l'allure ou la violence du torrent qui les a emmenés. Il faut admettre dès lors que le squelette a été entraîné par un courant, avec les autres éléments qui composent le banc de limon calcaire.

» Lors de sa première visite, la Commission n'avait rencontré, en fait de coquilles, qu'un cyclostome dans le limon qui renferme le squelette. Elle fut plus heureuse dans sa seconde visite. Ayant eu soin d'emporter du sable de la couche sous-jacente au squelette, elle put s'assurer, au moyen de lavages, qu'il s'y trouvait une certaine quantité de petits fossiles exclusivement marins. Cette découverte était d'autant plus inattendue qu'on n'a guère l'habitude de rencontrer des coquilles marines à pareille hauteur (47^m) dans le quaternaire. Il s'agissait en effet de fossiles du pliocène [2]. On reconnut bientôt que ces coquilles étaient mélangées avec d'autres fossiles évidemment éocènes, au nombre desquels se trouvait une orbitolite bien caractérisée (*Orbit. papyracea?*) et une petite nummulite (*Num. Guettardi* d'Arch.). Or, comme des fossiles de formations aussi diverses ne peuvent se trouver réunis *normalement* dans un même dépôt, il s'ensuit que le squelette humain, qui se trouve presque en contact avec eux, ne doit être ni pliocène ni éocène. Un pareil mélange ne s'explique que par un remanie-

---

[1] Ces galets calcaires proviennent des récifs de Cimiez, et font probablement partie de la formation jurassique supérieure, qui affleure à quelques centaines de mètres de là.

[2] M. Bellardi y a reconnu les espèces suivantes : *Nassa serrata* Broc.; *N. semicostata* Broc.; *N. costulata* Broc.; *Ringicula sp.; Natica sp.; Fragment de Vénus; Fragment de Pecten* (*scrobiculatus*); *Lucina lactea* L.

ment survenu postérieurement, par conséquent pendant l'époque quaternaire.

» La Géologie a enregistré plusieurs cas de gisements pareils, spécialement aux environs de Lyon, où il existe, d'après M. Falsan, de nombreuses coquilles miocènes dans l'alluvion ancienne. Mais le diluvium de Nice nous fournit le premier exemple d'un terrain renfermant des fossiles remaniés de *plusieurs* formations, mêlés à des coquilles terrestres et à des débris humains.

» En résumé, nous sommes ici en présence d'un dépôt quaternaire, dont les matériaux, arrachés aux dépôts plus anciens qui se trouvent en amont, ont été transportés par les torrents qui descendaient de la montagne et qui entraînaient en même temps, dans leur cours, quelques coquilles fluviatiles et terrestres. Cela a dû se passer à une époque où le littoral était moins élevé que de nos jours, alors que le Paillon et les autres cours d'eau de la côte divaguaient sur les plateaux tertiaires, avant de s'être creusé leur lit actuel. Par son altitude, non moins que par sa configuration, le dépôt de Carabacel nous semble rentrer dans la catégorie des terrains diluviens contemporains de l'érosion des plateaux tertiaires. »

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Ossements humains trouvés dans le diluvium de Nice; description des ossements.* Note de M. **Niepce**, présentée par M. de Quatrefages.

« Les ossements trouvés à Carabacel, dans la propriété de M. Jochim, se composent :

» 1° D'une notable portion du maxillaire inférieur consistant en la partie gauche de cet os et d'une partie du côté opposé, le tout empâté dans un limon calcaire. La partie antérieure est à peu près complète, sauf une petite partie brisée par un coup de pic. La symphyse présente une fissure allant de gauche à droite. Du côté gauche, la fossette mentonnière est très accusée Il en est de même de la ligne oblique ou maxillaire externe. Le trou mentonnier, orifice du canal dentaire inférieur, manque complètement. La branche maxillaire est brisée dans sa partie moyenne; l'apophyse coronoïde et le condyle ont été enlevés par un coup de pic. La face externe ou masseterine présente des empreintes très développées pour les insertions du muscle masseter. La base du maxillaire est mince, bien formée. Le bord supérieur renferme les quatre dernières molaires, bien conservées. La pre-

mière, ainsi que les canines et les incisives, ont été brisées. A l'exception d'une seule racine, il ne reste des incisives que les cavités alvéolaires. Le fait qu'elles sont vides prouve que les dents devaient exister lors de la mort, sans quoi les alvéoles seraient remplies par la masse ambiante. Les alvéoles sont verticales, sans aucun indice de prognathisme.

» La partie gauche mesure, de l'angle à la symphyse du menton, $0^m,11$. D'une branche à l'autre, l'espace est de $0^m,095$. La distance de la troisième molaire à la base de l'os est de $0^m,035$. Sa distance du rebord inférieur au bord alvéolaire est de $0^m,025$. Toute la surface de l'os est sillonnée de nombreuses fissures. Les bords alvéolaires renfermant les dents sont intacts et les dents présentent une parfaite conservation. Les couronnes des dents sont saines; les tubercules offrent des rainures bien caractérisées. L'usure des dents est presque nulle. La dernière molaire est aussi grosse que les autres.

» Les autres ossements consistent en :

» 1° Un fragment de fémur, partie moyenne;

» 2° Fragments de tibia gauche, diaphyse au-dessus de l'épine;

» 3° Fragment d'humérus gauche, partie inférieure;

» 4° Fragment de radius;

» 5° Fragment probable du clavicule.

» Il résulte de l'examen de tous ces os qu'ils ont appartenu à un sujet de petite taille, âgé déjà au moins d'une trentaine d'années. A ne considérer que les petites dimensions des os longs, on est conduit à penser qu'ils ont appartenu à une femme.

» Les os ne renferment que du carbonate de chaux; le phosphate a disparu. Il n'existe plus que des faibles traces de matière organique. »

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Ossements trouvés dans le diluvium de Nice; détermination de la race;* par M. DE QUATREFAGES.

« Les ossements découverts à Carabacel soulevaient naturellement des questions de nature fort diverse. La Commission niçoise, par l'organe de M. Desor, a traité la question géologique; M. le Dr Niepce et ses confrères ont déterminé à quelle partie du squelette avaient appartenu ces fragments. La Commission a bien voulu me laisser le soin de rechercher à laquelle des races humaines fossiles ils pouvaient être rapportés. Dans ce but, elle m'a envoyé une photographie de la mâchoire et m'a confié les autres fragments

en nature. Un moulage de la mâchoire, qui m'avait été annoncé, ne m'est pas encore parvenu.

» Toutefois, à elle seule, la photographie permet de reconnaître bien nettement que le maxillaire inférieur ressemble d'une manière frappante à la mâchoire trouvée dans des grottes d'Engihoul, près de Liège, en 1860, par M. Malaise, figurée et décrite sommairement la même année par ce savant (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. X, p. 542) et plus tard avec plus de détail par M. Hamy (*Bulletin de la Société anthropologique de Paris*, 2e série, t. VI, p. 370). Le profil, du bord alvéolaire au menton, est presque exactement le même; le menton est sensiblement moins obtus dans le fossile de Carabacel que dans celui d'Engihoul. La ligne inférieure est presque exactement de même forme et présente les mêmes ondulations, un peu plus accentuées peut-être sur la photographie. Dans les deux os, la branche horizontale de la mâchoire est très haute, la branche montante très large et la distance angulaire considérable. A en juger par les mesures que donne la photographie, il y aurait presque identité pour tous ces traits essentiels. Je ne donne pourtant pas de chiffres, ne sachant jusqu'à quel point cette photographie reproduit les dimensions réelles du fossile.

» En s'aidant de quelques fragments de crâne trouvés à Engihoul avec la mâchoire, M. Hamy a rapporté avec raison ces restes fossiles à la race de Cro-Magnon. Les ressemblances que je viens d'indiquer conduiraient donc à rattacher à la même race les ossements de Carabacel, par conséquent à le rattacher aux divers squelettes fossiles trouvés par M. Rivière aux environs de Menton. Mais les conclusions tirées de la mâchoire inférieure seule ne pourraient être acceptées qu'à titre de probabilité. J'ai montré en effet depuis longtemps, à propos des discussions soulevées par la mâchoire de Moulin-Quignon, que cet os présente dans la même race des variations parfois fort étendues. Celle de Cro-Magnon elle-même en fournit une preuve de plus. Dans le Mémoire que j'ai cité plus haut, M. Hamy a placé un dessin, reproduit depuis dans nos *Crania Ethnica*. Il a représenté au trait et superposées trois mâchoires inférieures appartenant à cette race : celle du vieillard de Cro-Magnon, celle d'Engihoul et celle de Bruniquel. Bien que l'on reconnaisse un type général commun à ces trois os, on n'en constate pas moins entre eux quelques différences très sensibles. La mâchoire du beau squelette de Menton, rapporté tout entier et en place par M. Rivière, tout en reproduisant la forme générale de celle du vieillard de Cro-Magnon, s'en écarte par la largeur bien moins grande de

la branche montante, largeur qui n'égale pas même celle du fossile de Carabacel.

» Pour pouvoir conclure avec quelque certitude, il fallait examiner les autres ossements de Carabacel. La plupart ne sont que des fragments dont l'étude ne peut donner aucune indication; mais deux d'entre eux en fournissent de très précises. Ce sont deux portions de fémur. L'un, ayant appartenu à la jambe droite, mesure environ $0^m,23$ et comprend une portion des régions moyenne et inférieure de l'os. L'autre est une portion de la région moyenne du fémur gauche ayant $0^m,125$ de long. Quelques discussions paraissent s'être élevées à Nice au sujet de ces fragments. On s'est demandé si tous deux appartenaient bien à l'os de la cuisse et s'ils avaient fait partie du même squelette. Un examen attentif me permet de répondre affirmativement à ces deux questions.

» Ces deux fragments présentent, de la manière la plus nette, un des traits les plus caractéristiques de l'ossature des hommes de Cro-Magnon. Leur ligne âpre se relève et forme cette forte saillie longitudinale à laquelle on a donné le nom de *colonne* ou de *pilastre*. Elle est à peu près également développée dans l'un et dans l'autre os. Sur les points où on peut la mesurer approximativement, elle a jusqu'à $0^m,012$ à sa base sur $0^m,008$-$0^m,009$ de la base au sommet. Ce caractère n'a été jusqu'ici rencontré chez aucune race européenne, fossile ou actuelle, autre que la race de Cro-Magnon, où il paraît au contraire être général. Ajouté aux indications que fournissait déjà la mâchoire, il nous autorise à rapporter à cette race le fossile de Carabacel. Sur le littoral de Nice, comme dans les montagnes du Périgord, cette race a donc incontestablement vécu à l'époque quaternaire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un nouveau genre de poisson primaire.* Note de M. A. GAUDRY, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« A côté des curieux reptiles que MM. Roche ont trouvés dans le permien d'Igornay et qu'ils ont généreusement donnés au Muséum, il y a un poisson dont la disposition me semble digne d'intérêt pour les paléontologistes. Au premier abord, ce fossile est difficile à comprendre, parce que la plaque où il est contenu a été brisée de telle sorte que la tête est vue en dessous, tandis que le tronc n'a guère laissé que l'empreinte de sa partie supérieure. Grâce au talent des artistes attachés à l'atelier de moulage

du Muséum, il a été possible de rendre la pièce d'Igornay plus intelligible; M. Stahl en a pris une très fine empreinte qui met en saillie tout ce qui était en creux, et avec le pinceau M. Formant a fait ressortir sur le moulage les détails qui étaient peu discernables à l'œil nu sur l'original : je mets sous les yeux de l'Académie la pièce naturelle et le moulage.

» Contrairement à ce qui a lieu dans la plupart des poissons primaires, les écailles du fossile trouvé par MM. Roche sont très minces; il en résulte qu'on voit à découvert le squelette interne. En le considérant, on est frappé par le contraste que présente l'imperfection de la colonne vertébrale et le grand développement des côtes. La notocorde n'a aucun rudiment de centrum dans la région thoracique; au-dessus du vide qu'elle a laissé, des lames osseuses, bifurquées à la base, très étroites, longues de $0^m,030$ à $0^m,040$, représentent les arcs neuraux dans un état d'extrême simplicité. Au contraire, les côtes sont très grandes; elles atteignent $0^m,1$ de longueur; j'en compte trente d'un même côté; il y en avait peut-être davantage. Elles se dilatent dans la partie qui devait s'attacher à la gaine notocordale et immédiatement après elles s'amincissent. L'intérieur, qui est creux, devait être rempli d'une substance gélatineuse, fluide comme dans les os de plusieurs poissons actuels. J'ai vu en Écosse les poissons dévoniens de Dura Den qui ont été décrits par M. Huxley sous le nom de *Phaneropleuron;* ils ont des côtes bien développées avec une notocorde persistante; mais le contraste n'est pas aussi grand que dans le poisson du permien d'Igornay.

» Ces animaux primaires peuvent jeter quelque lumière sur la question de l'archétype qui a tant préoccupé les anatomistes : ils ne réalisent en rien la conception de l'archétype vertébral, car ils offrent un état opposé à l'idée qu'on s'était faite d'êtres primitifs formés de vertèbres placées bout à bout; ils montrent que les côtes n'ont pas dû procéder des vertèbres, puisqu'elles ont été développées avant elles.

» On voit en arrière de la tête de notre poisson fossile des pièces qui, je pense, représentent les opercules; les autres pièces céphaliques sont dans un état méconnaissable, qui, sans doute, indique un crâne dont l'ossification était très incomplète. A la partie antérieure, il y a deux pièces, malheureusement fort endommagées, qui rappellent les plaques dentaires des *Ceratodus;* elles sont courbées du côté interne, anguleuses du côté externe avec cinq denticules; elles sont larges de $0^m,036$. Je les ai montrées au savant professeur du Muséum chargé spécialement de l'étude des poissons; M. Vaillant n'a pas hésité à admettre leur ressemblance avec les dents des *Ceratodus*. Ce qui rend cette découverte plus curieuse, c'est que, à en juger

par de nombreuses écailles disséminées entre les pièces du squelette, le poisson d'Igornay ne devait pas avoir des écailles cycloïdes comme les Dipnoés connus jusqu'à présent, mais des écailles en losange comme les Crossoptérygidés rhombifères; cela confirme l'idée émise par quelques naturalistes anglais que plusieurs des Crossoptérygidés primaires doivent peut-être grossir la liste des poissons amphibies dont la respiration à la fois branchiale et pulmonaire a fait imaginer le nom de *Dipnoés;* il serait intéressant d'apprendre que ces êtres mixtes ont été nombreux dans les temps anciens.

» Le fossile trouvé par MM. Roche doit constituer un nouveau genre, puisque les genres qui s'en rapprochent le plus, *Phaneropleuron, Ceratodus, Ctenodus, Dipterus* s'en distinguent par leurs écailles cycloïdes. Je propose de l'appeler *Megapleuron* ([1]) *Rochei;* son nom de genre fait allusion à la grandeur des côtes. Le morceau que nous possédons a $0^m,45$ de long; comme il y a des côtes dans toute l'étendue du tronc, je suppose que nous n'avons rien de la queue. Si les proportions sont les mêmes que dans les *Ceratodus* actuels, on peut croire que la longueur totale de l'animal n'était pas loin de 1^m. A en juger d'après la manière dont la tête et les côtes ont été comprimées, il est vraisemblable qu'il était plus large que haut.

» Le Mégapleuron a été rencontré dans le permien inférieur d'Igornay, c'est-à-dire dans le même étage où MM. Roche ont déjà découvert l'*Euchyrosaurus,* le *Stereorachis* et des plantes qui, suivant eux, auraient encore tout à fait le caractère houiller. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence et les caractères du terrain cambrien dans le Puy-de-Dôme et dans l'Allier.* Note de M. A. JULIEN, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le sous-sol du département du Puy-de-Dôme offre la série complète du terrain cristallophyllien. Les trois étages de ce terrain, abstraction faite du granite porphyroïde et des autres roches éruptives anciennes qui l'ont traversé, forment trois zones à peu près parallèles, d'une direction générale nord-sud, que l'on voit se développer successivement de Savennes et Bourg-Lastic à l'ouest, jusqu'au pied de la chaîne du Forez à l'est. Le gneiss, équivalent du laurentien des Américains, règne à l'ouest. Tout le monde

---

([1]) Μέγας, grand; πλευρόν, côte.

connaît les belles carrières de marbre micacé exploitées à Ruère, Savennes et Gioux, ainsi que dans le Cantal, dans cet horizon. Le micaschiste et le groupe supérieur des quartzites et des phyllades, dont l'ensemble correspond à l'étage huronien du nouveau monde, lui succèdent à l'est, à partir des environs de Laqueille. Mais le micaschiste ne dépasse pas la vallée de la Sioule. C'est dans sa variété stéatiteuse que sont inclus les filons de Pontgibaud. Quant aux quartzites et aux phyllades, associés au granite porphyroïde, qui les a traversés de ses énormes épanchements, ils forment avec cette roche le plateau qui supporte la file des volcans à cratères. C'est cet étage supérieur qui forme l'objet de cette Note. C'est lui que je désigne sous le nom de *cambrien*, pour me conformer à la nomenclature adoptée par quelques géologues français. Je restreins ainsi le nom de *huronien* au micaschiste seul. Cet étage de quartzites et de phyllades est, à mon avis, absolument synchronique des roches de corne rouges et vertes de la Brevenne dans le Beaujolais, des phyllites de Travassac près de Brives, sur la bordure sud-ouest du plateau central, des phyllades de Condé-sur-Noireau et Landerneau en Normandie et en Bretagne, etc. Cet étage, malgré son importance, a été méconnu jusqu'à ce jour en Auvergne. Il ne figure sur aucune Carte géologique de la contrée, du moins sous son vrai nom, car, sur l'Atlas géologique de H. Lecoq, il apparaît étrangement défiguré, tantôt comme diorite, tantôt comme granite, ou même il est absolument passé sous silence. Voici l'énumération des localités où je l'ai étudié, et où il se montre avec ses caractères lithologiques normaux.

» 1° Sur le flanc est de la vallée de la Sioule à l'ouest du puy de Barmé. Il forme un îlot de 2^{km} de long, entouré par la lave de ce puy. Les couches verticales, dirigées N. 5° E., à partir du micaschiste dont on voit le contact à Ceyssat, sont formées de schiste micacé d'une roche amphibolique et grenatifère, analogue à la roche bien connue de Berzet, de schistes graphitiques, de quartzites et de phyllades se succédant dans l'ordre indiqué ci-dessus.

» 2° Toujours sur le flanc oriental du bassin de la Sioule, à Antérioux, Nébouzat et Recolène, derrière les puys de Laschamps, Pourcharet, Mercœur, Lassolas et Montchal. Le cambrien, d'une épaisseur de plusieurs milliers de mètres, paraît, dans cette région, former un vaste pli nord-sud. Le sommet de la voûte est recouvert de basalte et l'on ne peut l'étudier que dans les ravins profonds d'Antérioux et de Nébouzat. A partir du micaschiste, que l'on voit au sud de Recolène, il est formé de schiste micacé, de quartzo-phyllades, de la roche de Berzet en couches, de quartzites grisâtres ou vitreux et limpides, et d'un beau développement de phyllades jaune verdâtre. Deux filons d'une belle diorite micacée et des filons de quartz gras le traversent.

» 3° Sur le plateau volcanique, à l'est et au pied du puy de Laschamps. Une carrière y est ouverte entre Laschamps et Beaune, à la cote 979. Les couches nord-sud, verticales, sont formées de phyllades alternant avec un type de toute beauté de la roche de Brezet,

grenu, à reflets rougeâtres, très riche en grenat, et d'un schiste à pâte fine, à lames de mica bronzé, ressemblant à de la minette en couches.

» 4° Au sud du lac d'Aydat, un magnifique lambeau vers le village de Pradas. Quartzites, phyllades et schistes graphitiques.

» 5° Sur le plateau de Berzet, Theddes, Saint-Genès-Champanelle et Chadrat, d'innombrables lambeaux de ce terrain apparaissent de toutes parts, emballés dans le granite porphyroïde. Dans la vallée de Royat, le long du chemin de la Pépinière, on en voit un fragment de plus de 100^{m} de long, encaissé dans le granite et traversé en outre de nombreuses veines lamifiées de cette roche. A Berzet, une erreur singulière a été commise. Deux fragments volumineux de quarzite amphibolique et grenatifère, enclavés dans le granite et traversés en outre de filons de leptynite et de pegmatite, ont été pris pour des pointements filoniens d'une roche éruptive! L'origine de cette erreur, renouvelée récemment, remonte à Lecoq et Bouillet, qui n'ont su distinguer ni la nature cristallophyllienne de leur pétrosilex céroïde, ni la découvrir en place, ni reconnaître les caractères lithologiques et l'âge du cambrien d'Auvergne.

» 6° Le cambrien réapparaît à l'est de la Limagne, au pied du Forez, entre les Moulins et Montmaillet, à 2^{km} à l'est de Neuville.

» 7° Enfin, on en reconnaît de nombreux fragments disséminés au puy Chopine, à Volvic et à Gannat, dans l'Allier.

» En résumé, le cambrien existe très net et bien développé dans le Puy-de-Dôme et dans l'Allier. Il offre les roches classiques, les quartzites à la base, les phyllades au sommet. Il est azoïque, ou du moins je n'y ai découvert encore aucune trace de fossiles; mais il est morcelé et n'apparaît que sous forme d'enclaves ou d'îlots, soit par suite des épanchements énormes du granite porphyroïde qui l'a traversé, soit par suite de son recouvrement superficiel par les déjections volcaniques modernes. A ce dernier point de vue, il est inexact de dire que les volcans à cratères du Puy-de-Dôme se sont fait jour à travers le granite seul, comme on le répète depuis Dolomieu. Ils se sont fait jour à travers le cambrien; mais il faut ajouter cette réserve que, si le cambrien domine au sud de la montagne du Puy-de-Dôme, le granite domine au nord. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Loi générale de formation des eaux minérales salines* (¹); *application au cas particulier de Gréoux* (*Basses-Alpes*). Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Hébert.

« Quand on examine l'immense ensemble des travaux publiés sur l'ori-

---

(¹) J'appelle *eaux salines* celles qui ne renferment que des sels neutres : l'eau de mer est le type de ces eaux. Cette expression et le sens que j'y attache ont été fortement re-

gine des eaux minérales, une conclusion se dégage immédiatement : c'est que la formation de ces eaux n'est soumise à aucune loi.

» Des recherches de l'ordre exclusivement géologique, poursuivies depuis plus de quinze ans, m'ont montré, au contraire, que l'origine et le mode de formation des eaux minérales sont soumis à des lois générales, aussi simples que peu nombreuses. En ce qui touche, en particulier, la grande classe des eaux minérales salines, la plus importante de toutes, je suis arrivé à cette conclusion, déjà indiquée dans mes travaux antérieurs : *Les eaux minérales salines de l'Europe occidentale* (les seules que j'aie pu étudier jusqu'ici) *se minéralisent dans les deux horizons salifères du trias et du terrain tertiaire. Les substances qui minéralisent ces eaux ont primitivement appartenu à des mers normales et ont été abandonnées par l'évaporation pure et simple des eaux de ces mers.* Ces substances déposées, reprises aujourd'hui par les eaux atmosphériques qui pénètrent les terrains salifères, constituent la partie active et caractéristique des eaux minérales salines. Comme, d'un autre côté, les mers ont eu, à toutes les époques, une composition qui ne différait pas sensiblement de celle des mers modernes, les eaux minérales salines pourront renfermer toutes les substances dissoutes dans les eaux des mers actuelles ; toutefois, les substances abandonnées seront d'autant plus abondantes et d'autant plus complexes, que la concentration des eaux des anciennes mers aura été plus avancée. La classe des eaux minérales salines offrira, dès lors, toutes les variétés, depuis l'eau simplement gypseuse et peu minéralisée, jusqu'aux eaux renfermant, sous des poids considérables, la série entière des substances dissoutes dans les eaux des mers.

» Cette loi de formation des eaux minérales salines ne s'est peu à peu dégagée, pour moi, qu'au cours d'une longue série de recherches sur les bassins hydrologiques des principales sources salines de l'Europe occidentale. Il y a plus : si la conclusion définitive a toujours été la même, elle ne s'est, dans bien des cas, présentée avec tous les caractères d'une démonstration rigoureuse, qu'après de longues études sur le terrain; mais cela tient exclusivement aux fractures et aux failles qui ont affecté notre sol, et qui ont agi d'une façon toute spéciale, à cause de leur nature même,

---

poussés par des chimistes hydrologues très distingués; qu'il me suffise, pour le moment, de dire que ces désignations ont été employées, avec la signification que je leur donne, par les savants auxquels on doit l'*Annuaire des eaux de France*, œuvre exécutée, on le sait, sur l'initiative de M. Dumas.

sur les terrains salifères. J'emprunte, comme exemple, à mon Mémoire général, le cas particulier de Gréoux : c'est l'un des plus complexes, et, par cela même, l'un des plus démonstratifs.

» Tous les savants qui se sont occupés des eaux de Gréoux s'accordent pour placer leur point d'émergence dans le terrain néocomien, ce qui est exact. Dans une importante étude, dont un résumé est inséré aux *Comptes rendus* (t. LXXXIII, p. 699), M. Jaubert, inspecteur des eaux de Gréoulx, a admis que ces eaux sont en rapport direct avec les grottes considérables qui existent dans la région de Gréoux (¹).

» En ce qui touche l'âge des calcaires à grottes de la région de Gréoux, M. Jaubert partage l'opinion de tous les géologues qui ont écrit sur la Provence, y compris celle que j'avais moi-même il y a quinze ans. Mais ce n'en est pas moins une erreur complète; ces calcaires sont jurassiques et appartiennent à l'horizon de la *Terebratula moravica* et du *Dicerus Lucii;* en second lieu, à aucune époque les eaux thermales n'ont circulé dans les grottes de Gréoux. C'est sur ces calcaires que repose le néocomien inférieur à *Ostrea Couloni,* à la base duquel sortent les eaux de Gréoux. Si donc on ne considérait que le point d'émergence, les eaux de Gréoux fourniraient la vérification la plus complète de la formule contre laquelle M. Jaubert s'élève, puisque ces eaux sortiraient non seulement au contact de deux terrains, mais au contact de deux grandes formations. Toutefois, ce serait là encore une erreur : 1° *les eaux de Gréoux sortent d'une énorme faille,* bien qu'elle n'ait pas été reconnue jusqu'ici; 2° *ces eaux se minéralisent dans l'horizon salifère du trias.*

» Voici la preuve de cette double assertion. Quand on va de Gréoux à Saint-Jullien en suivant la route, on rencontre, à environ 1500^m des bains, au moment où la route contourne une petite colline, des calcaires gris, remplis de gros silex ; ils renferment les fossiles les plus caractéristiques du lias moyen. Un peu plus à l'ouest, on voit arriver au jour l'infralias dolomitique et même les cargneules triasiques. Le néocomien, continuant à se développer sur la rive droite du Verdon, au même niveau que l'infralias de la rive gauche, il y a là, correspondant au lit même du Verdon, une faille incontestable. Quelle est sa puissance ? En partant de

(¹) « Il est donc facile d'établir l'origine de ces galeries : elles sont l'œuvre évidente des eaux thermales.... Les bancs de rocher dans lesquels elles courent appartiennent à la formation moyenne de l'étage inférieur du calcaire néocomien; il est donc inexact de dire que les eaux thermales naissent constamment au contact de deux terrains différents. » (*Loc. cit.*)

l'infralias et marchant dans la direction de l'est, on rencontre toute la série parfaitement en place, jusqu'aux calcaires à *Terebratula moravica* inclusivement. Cet ensemble mesure au moins 600^{m}. La même série se retrouvant nécessairement sous le néocomien de la rive droite du Verdon, puisque les deux systèmes ne sont séparés que par la largeur de la rivière, il y a là une faille de 600^{m} au moins.

» Les eaux de Gréoux sortent à l'extrémité nord de cette faille; mais, comme leur température dépasse 36°, elles viennent d'une assez grande profondeur (ce qui s'explique tout naturellement par le fait même de l'existence de la faille). Dès lors, avant d'arriver au jour, elles ont nécessairement parcouru toute la région salifère du trias et dissous une certaine quantité des substances, à la fois si spéciales et si complexes, que recèle cet horizon (¹).

» Les faits de l'ordre chimique et de l'ordre géologique s'unissent donc pour conduire à cette conclusion que, malgré les apparences extérieures, les eaux de Gréoux se minéralisent dans l'horizon salifère du trias.

» J'ai pu jusqu'ici étudier les bassins hydrologiques de cinquante-quatre sources salines de l'Europe occidentale; pour toutes, je suis arrivé aux mêmes résultats. Au lieu de se minéraliser dans les terrains les plus divers, ou de tirer leurs éléments des profondeurs inconnues et inaccessibles du globe, toutes ces sources se minéralisent dans les deux horizons signalés plus haut. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte, à Noirmoutiers (Vendée), de la flore éocène à* Sabalites Andegavensis *Sch.* Note de M. L. Crié, présentée par M. Hébert.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie les premiers vestiges de la flore éocène à *Sabalites Andegavensis* Sch. dans les quartzites de Noirmoutiers (Vendée). Un double intérêt s'attache à cette découverte, qui enrichit la Paléontologie d'une nouvelle localité éocène et nous permet de fixer définitivement l'âge, si longtemps méconnu, des prétendus grès crétacés de

(¹) 1^{lit} d'eau de Gréoux contient, en particulier, 1^{gr},54 de chlorure de sodium, une quantité notable de sulfate de chaux et de chlorure de magnésium, du brome, de l'iode, des substances organiques (des sels ammoniacaux, de la lithine, de la strontiane, etc., non encore signalés jusqu'ici).

la Vendée. Ces roches forment, dans la partie nord-est de l'île, des falaises élevées que couronnent des bouquets de chênes verts constituant les bois de la Lande, de la Chaise et du Pelavé. « L'île de Noirmoutiers, dit M. Bertrand-Geslin ([1]), se compose de quatre systèmes de roches, savoir : » 1° de roches primaires, qui se montrent surtout sur la côte, depuis le » nord jusqu'au sud-ouest; 2° de grès secondaires, dans la partie nord-est, » 3° de terrains tertiaires marins, sur le côté sud-sud-ouest ([2]); 4° de terrains de transport. Ce système secondaire du bois de la Chaise présente » deux groupes bien distincts minéralogiquement, mais qui se lient l'un » à l'autre; leur inclinaison générale, de quelques degrés vers le sud-ouest, » est contrastante avec celle du système primaire qui les supporte et concordante avec celle du système du grès vert de l'île d'Aix (Charente-Inférieure). Le groupe de sable ferrugineux de l'île de Noirmoutiers, d'après » la nature siliceuse de ses éléments et de ses fossiles, me paraît devoir se » rapporter au sable ferrugineux qui, à l'île d'Aix, contient des coquilles » siliceuses et supporte la craie verte. A l'île d'Aix, ce sable ferrugineux » est bien moins développé que celui de Noirmoutiers. Si le rapprochement » d'identité de formation que je viens d'essayer d'établir entre le sable ferrugineux de l'île de Noirmoutiers et celui de l'île d'Aix est juste, le système du sable ferrugineux et de quartzite de Noirmoutiers serait le » prolongement du système du grès vert et de la craie de l'île d'Aix ».

» Ces quartzites offrent en abondance des débris indéterminables, des moules de tiges d'autant plus difficiles à reconnaître, que la roche qui les renferme est d'un grain très grossier. Presque toujours la matière végétale a disparu complètement, sans être remplacée par une autre substance, de telle sorte que la place des débris est toujours vide. Le moule s'affaissant sur lui-même après la destruction de l'organe, il n'en est plus resté que des traces confuses ou même entièrement effacées. Ce fait, que nous avons tant de fois constaté en étudiant les plantes fossiles du Mans et d'Angers, a dû se produire pour l'immense majorité des débris végétaux enfouis dans les roches d'une nature peu cohérente et offrant, comme à Noirmoutiers, un accès facile aux agents dissolvants qui entraînaient après eux les restes organiques. Quelquefois, cependant, la roche est d'un grain plus fin et plus serré, comme celle de la butte du Pelavé et de la Chaise. C'est parmi

---

([1]) *Voir* Bertrand-Geslin, *Mémoires de la Société géologique de France*, t. I, 1833.

([2]) Ce calcaire a été parfaitement étudié sur divers points de la Bretagne par M. G. Vasseur [*Sur les terrains tertiaires de la Bretagne* (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, 1878)].

des fragments qui m'ont été adressés de cette dernière localité par mon collègue et ami M. Viaud-Grand-Marais, professeur à l'École de Médecine de Nantes, que j'ai pu dégager le rachis d'un palmier sabal et un fragment d'*Araucarites* (Conifères).

» Le palmier de Noirmoutiers laisse voir très nettement les rayons insérés sur l'axe prolongé du rachis. Ce caractère est celui des sabals, et on peut l'observer chez le *Sabal umbraculifera* Jacq. de l'Amérique tropicale, qui paraît se rapprocher le plus du *Sabalites Andegavensis* Schimp. On sait que l'existence de nombreux palmiers sabals, dans les grès tertiaires du Mans et d'Angers, constitue un des traits essentiels de la flore éocène de l'ouest de la France. La seconde empreinte représente l'extrémité d'un rameau d'*Araucarites Roginei* Sap., que j'ai décrit et figuré dans mes recherches sur la végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire ([1]). Ces fragments d'araucarites sont bien caractérisés par leurs feuilles serrées ou lâchement imbriquées, redressées ou falciformes, coriaces et épaisses. L'*Araucaria Cookii* de l'hémisphère austral peut être rapproché de l'*Araucarites Roginei* Sap. Ainsi, à Noirmoutiers, vers la pointe de Devis, la base du niveau inférieur du calcaire grossier parisien serait représentée : 1° par la couche à nummulites; 2° par un calcaire marneux à échinides, *Ostrea flabellula, Arca rudis,* etc. Viendraient ensuite les quartzites ferrugineux du Pelavé, de la Chaise et de la Lande, à *Sabalites Andegavensis* Sch. et *Araucarites Roginei* Sap.

» Ces premiers représentants d'une flore fossile bien connue nous permettent de rapporter les prétendus quartzites crétacés de Noirmoutiers aux grès éocènes du Mans et d'Angers, qui sont à peu près de l'âge des grès de Beauchamp, comme l'a depuis longtemps indiqué M. Hébert ([2]). Nous avons confirmé cette opinion du savant professeur de la Sorbonne par l'étude des affinités de notre flore tertiaire de l'ouest de la France. »

([1]) *Voir* Louis Crié, *Recherches sur la végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire ; flore éocène du Mans et d'Angers,* p. 30, *Pl. VII, fig.* 26 et 27.

([2]) *Voir* Hébert, *Sur les terrains tertiaires du Maine* (*Bullet. Soc. géol. de France,* 2e série, t. XIX, p. 460, 1862).

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur les variations de température du corps humain pendant le mouvement.* Note de M. E. VILLARI (1).

« M. L. A. Bonnal, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 15 novembre 1880, a donné les résultats de ses recherches sur la chaleur de l'homme pendant le mouvement. Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques observations sur cette question, dont je me suis moi-même occupé autrefois.

» M. Hirn a montré qu'un homme qui monte et produit un travail positif engendre, pour une même quantité d'oxygène absorbée, moins de chaleur que lorsqu'il descend et produit un travail négatif. Ce résultat rattache, d'une manière remarquable, la production de la chaleur animale à la théorie mécanique de la chaleur.

» M. Béclard a trouvé que, lorsque le biceps brachial soulève un poids (contraction dynamique) et produit un travail positif, il s'échauffe moins que lorsqu'il soutient le même poids immobile (contraction statique) : la différence est de 0°,18 (2). Lorsque le bras soulève et abaisse alternativement le même poids, le muscle, selon l'auteur, ne s'échauffe ni plus ni moins dans la contraction statique. M. Béclard interprète ce résultat en disant que le muscle se refroidit, en soulevant le poids, autant qu'il s'échauffe en l'abaissant. M. Marc Dufour (3) est arrivé à des conclusions analogues, en effectuant des mesures sur la température de l'homme.

» M. Heidenhein (4), dans des expériences effectuées surtout sur le gastrocnémien de la grenouille, parvient à des conclusions opposées à celles des deux auteurs précédents.

» Ce désaccord m'a conduit à reprendre la question. Je me suis proposé de déterminer la température de l'homme, soit après un long repos, soit après un mouvement continu et prolongé, afin de pouvoir opérer sur des différences de température plus considérables et plus faciles à mesurer.

---

(1) Mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Bologne, le 27 novembre 1879, et publié dans les Mémoires de la même Académie, 4e série, t. I, 1880.

(2) BÉCLARD, *Physiologie*, Paris, 1866, p. 466.

(3) *La constance de la force;* Lausanne, 1865.

(4) *Mechanische Leistung, Warmeentwickelung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit;* Leipzig, 1864.

Mes observations ont été faites sur un sujet ayant quarante ans environ, sain et d'un tempérament nerveux.

» Après de nombreux essais préliminaires, j'ai trouvé que le procédé le plus sûr consistait à prendre la température en introduisant un thermomètre dans l'urèthre ou dans le rectum. Les mesures prises dans le creux de l'aisselle, ou même dans la bouche, sont toujours sujettes à des erreurs plus ou moins grandes. Le thermomètre dont je me servis était un thermomètre à maximum; son échelle était divisée en dixièmes de degré, et l'on pouvait évaluer facilement la moitié d'une division. Les expériences ont été faites en Suisse, pendant les mois de juillet et d'août 1879.

» J'ai commencé par déterminer, avec le plus grand soin, la température du corps, prise aux différentes heures du jour, au repos ou même au lit. La moyenne de ces déterminations a été 36°,8.

» J'ai fait faire ensuite au sujet diverses ascensions sur les Alpes, et, immédiatement après, j'ai mesuré sa température; les résultats ont été les suivants :

Différence de niveau en mètres.	Température à la fin de la montée.
645	38°,15
1013	38,2
1041 [1]	38,3
1395	38
Moyenne....	38,13

» La température moyenne, après une montée longue ou courte (cependant toujours supérieure à deux heures de fatigue), a donc été de 1°,33 supérieure à celle de repos, et les écarts par rapport à cette moyenne ont toujours été très faibles.

» Après la descente, on a obtenu les résultats suivants :

Différence de niveau en mètres.	Température après la descente.
591	37,7
645	37,9
683	38,1
1176	38,1
1187	38,15
Moyenne.....	37,99

» La température moyenne après la descente a donc été de 1°,19 supé-

[1] Légère ascension, par un chemin aisé.

rieure à celle de repos. Ce résultat est d'accord avec les expériences de M. Heidenhein, faites sur les muscles des grenouilles.

» Il est intéressant de remarquer que la température après la montée (38°,13) est supérieure à la température après la descente (37°,99), de 0°,14. Cette différence paraîtra encore plus sensible si l'on considère que, après la montée, le sujet se trouvait toujours à une température plus basse qu'après la descente; cette observation ne s'accorde pas avec celles de MM. Béclard et Dufour.

» Ces phénomènes sont intimement liés avec la rapidité de la respiration et de la circulation, et par suite avec l'intensité des actions chimiques qui se produisent dans l'organisme, dans ses différentes conditions de mouvement ou de repos. Ainsi tout le monde sait, et j'ai observé moi-même, que la circulation et la respiration s'accélèrent toujours par le mouvement; mais cette accélération est bien plus grande quand on gravit une montagne que lorsqu'on en descend.

» De toutes ces observations, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

» 1° La plus base température chez l'homme est celle qui se produit à la suite du repos (36°,8).

» 2° La température augmente lorsque l'homme a exécuté un travail *positif*, ascension (38°,13).

» 3° La température augmente encore lorsqu'il a exécuté un travail *négatif*, descente (37°,99).

» 4° Dès lors, la température s'élève toujours à la suite d'un travail quelconque.

» 5° L'élévation de température est plus grande après la montée qu'après la descente : la différence est de 0°,14 en moyenne. Cependant il ne semble pas qu'il y ait de relation entre le travail et l'élévation de température.

» 6° Par le mouvement, les actions chimiques de l'organisme augmentent; il n'est pas possible, par les seules lois de la Mécanique, de déterminer la variation de température de l'organisme ou d'un muscle qui travaille ou qui reste en repos.

» Ces conclusions sont confirmées par les mesures récentes de M. Bonnal, qui a fait également sur ce même sujet bien d'autres observations importantes. »

M. H. **Pellet** adresse une nouvelle Note concernant la « relation entre la fécule et les éléments azotés ou minéraux, contenus dans la pomme de terre, et la fixité de composition des végétaux ».

L'auteur communique les résultats d'analyses effectuées par M. Joulie sur diverses variétés de pommes de terre ; ces résultats confirment ceux qu'il avait publiés lui-même au mois de juin 1880. Ils paraissent pouvoir fournir des documents précieux pour le choix des engrais.

M. J. **Balmy** adresse une Note concernant la maladie des pommes de terre et l'indication d'un remède préventif.

(Renvoi à l'examen de M. H. Mangon.)

M. **Léon Lalanne** présente, au nom de M. *A. Favaro,* de Padoue, un Volume qu'il vient de publier sous le titre de *Galileo Galilei, ed il dialogo de Cecco di Ronchitti da Bruzene, in perpuosito de la stella nuova* (Galilée et le dialogue de François de Ronchitti, de Brugine, au sujet de la nouvelle étoile); c'est un Chapitre intéressant à ajouter à l'histoire du mouvement des idées au commencement du XVIIe siècle.

Le sujet est fourni par l'apparition, le 10 octobre 1604, d'une étoile non encore observée; l'auteur montre quelles considérations ont contribué à ruiner la confiance absolue qu'on avait eue jusqu'alors dans le principe d'Aristote sur l'incorruptibilité des cieux. Le dialogue, que M. Favaro publie pour la première fois, est écrit en dialecte padouan, mais on peut y relever çà et là quelques expressions toscanes; la discussion à laquelle l'éditeur se livre le conduit à penser que Galilée en est probablement l'auteur; du moins peut-on affirmer qu'il en a inspiré la rédaction, et voir dans ce dialogue un écho des doctrines nouvelles, présentées sous forme humoristique.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 mars 1881.

Annales de la Société géologique de Belgique, t. V, 1877-1878. Berlin, Friedlander; Liège, A. Decq; Paris, Savy, 1878; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, 2e série, t. IV, 2e cahier. Paris, Gauthier-Villars, Bordeaux, Chaumas-Gayet, 1881; in-8°.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar, 20e et 21e années, 1879 et 1880. Colmar, Vve C. Decker, 1880; in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par M. J.-A. Barral; t. XXXIX, année 1879. Paris, J. Tremblay, 1880; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. 1881, février : *Personnel*. Paris, Dunod, 1881; 2 vol. in-8°.

Nouveaux éléments de Physiologie humaine; par H. Beaunis. Troisième et dernière Partie. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°. (Renvoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1881.)

Les pédiculines. Essai monographique; par E. Piaget. Leyde, E.-J. Brill, 1880; 1 vol in-4°, avec Atlas reliés.

Dr G. Le Bon. *L'homme et les sociétés, leurs origines et leur histoire*. Paris, J. Rothschild, 1881; 2 vol. in-8°.

Traité de Mécanique; par M. E. Collignon. 2e Partie : *Statique*. Paris, Hachette et Cie, 1881, in-8°.

Rapport général sur les travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine, depuis 1872 jusqu'à 1877 inclusivement; par M. F. Bezançon. Paris, A. Chaix, 1880-1881; in-4°. (Adressé au Concours Montyon, Statistique, 1881.)

Notice sur les travaux géométriques de M. A. Mannheim. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Notice sur les travaux de M. Camille Jordan. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Mémoire sur la source du travail musculaire et sur les prétendues combustions respiratoires; par M. A. Sanson. Paris, Germer-Baillière, 1881; in-8°. (Extrait

du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.*) (Présenté, par M. Ch. Robin, au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1881.)

Les infiniment petits; par F. HÉMENT. Paris, Hachette et Cie, 1881; in-8°. (Présenté par M. Wurtz.)

Le monde physique; par A. GUILLEMIN, t. Ier, 5e série, livr. 41 à 50. Paris, Hachette et Cie; grand in-8°, illustré.

Manuel de Conchyliologie; par P. FISCHER; fascicule II, pages 113 à 192. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

Des épileptiques, des moyens de traitement et d'assistance qui leur sont applicables; par M. le Dr LUNIER. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

La guerre aux parasites en champ clos par l'acide sulfureux; par le Dr V. FATIO. (*Expériences faites à Genève en* 1880 *et* 1881). Paris, 35, rue de Grenelle, 1881; in-12. (Extrait de la Revue *Le monde de la Science et de l'Industrie.*)

Société centrale d'Agriculture de la Seine-Inférieure. Les champs d'expériences de la Société centrale d'Agriculture. Résultats obtenus en 1880. *Rapport présenté par* M. E. MARCHAND. Rouen, impr. H. Boissel, 1881; in-8°.

Excursions géologiques dans l'Eifel. Compte rendu par A. FIRKET. Liège, impr. Vaillant-Carmanne, 1880; in-12.

Le télectroscope; par M. SENLECQ, d'Ardres. Paris, n° 38, rue de la Soudière. Sans date; br. in-8°.

Etude sur les espèces de la tribu des Féronides qui se rencontrent en Belgique; par A. PREUDHOMME DE BORRE; IIe Partie. Bruxelles, impr. Weissenbruch, 1881; br. in-8°.

Etude sur les formules d'approximation qui servent à calculer la valeur numérique d'une intégrale définie; par R. RADAU. Sans lieu ni date; in-4°.

Atti del reale Istituto d'incoraggiamento alle Scienze naturali, economiche e tecnologiche di Napoli; 2e série, t. XVII. Napoli, G. Nobile, 1880; in-4°.

Postos meteorologicos. 1877. *Primeiro semestre. Annexos ao volume XV aos Annaes do Observatorio do Infante D. Luiz.* Lisboa, typ. Lallemant, 1880; in-f°.

Annaes do Observatorio do Infante D. Luiz; vol. XVI, 1878. Lisboa, Impr. nacional, 1879; in-f°.

The steam engine and its inventors a historical sketch; by R.-L. GALLOWAY. London, Macmillan, 1881; in-12 relié.

Alphabetical manual of blowpipe analysis; by W.-A ROSS. London, Trübner, 1880; in-12 relié.

United States Commission of fish and fisheries; Part VI : *Report of the commissioner for* 1878. Washington, 1880; in-8° relié.

Memoirs of the royal astronomical Society, vol. XLV, 1879-80. London, 1880; in-4°.

Account of the operations of the great trigonometrical Survey of India; vol. V : *Details of the pendulum operations; by* Captains J.-P. Basevi and W.-J. Heaviside, *and of their reduction,* etc. Calcutta, 1879; in-4° relié.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. January-December 1879. Philadelphia, 1879-1880; 3 liv. in-8°.

Annals of the New-York Academy of Sciences late Lyceum of natural History; vol. I, n°s 9 à 13; vol. X, n°s 12, 13, 14; vol. XI, n°s 1 à 8 et 13. New-York, 1874 à 1880; 11 livr. in-8°.

Report of the United States geological Survey of the territories; vol. XII. Washington, 1879; in-4° relié.

Memoirs of the geological Survey of India. Palæontologia indica, ser. X, vol. I, Part 4 et 5; ser. XIII; ser. XIV, vol. I. Calcutta, 1880; 4 liv. in-4°.

Memoirs of the geological Survey of India; vol. XV, Part 2; vol. XVII, Part 1-2. Calcutta, 1880; 3 liv. in-8°.

Records of the geological Survey of India; vol. XII, Part 4; vol. XIII, Part 1-2. Calcutta, 1880; 3 liv. in-8°.